

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y GESTIÓN DE ALARMAS ASISTENCIALES EN RESIDENCIAS DE ANCIANOS

PROYECTO FIN DE CARRERA

AUTOR: CARLOS ALBERTO HERNÁNDEZ ZABARA
TUTOR: RAMÓN BARBER CASTAÑO

NOVIEMBRE 2009

Agradecimientos

Como un testimonio de gratitud ilimitada, a mi mujer Ana y a mi hijo Adrián, porque su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que ha impulsado para lograr esta meta.

En agradecimiento a mis padres por el apoyo recibido durante mi formación profesional.

En agradecimiento muy especial a mi tutor Ramón por su interés mostrado en todo momento.

Mi dedicación muy especial a mi querido tío Alejandro, en paz descanse.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1	Motivación	6
1.2	Objetivos	10
1.3	Partes del Proyecto.....	12
2	SISTEMAS DOMÓTICOS RESIDENCIALES	15
2.1	Iniciación a los sistemas domóticos.....	15
2.2	Sistemas residenciales	22
2.3	Soluciones en el mercado.....	25
2.4	Pros y Contras de la aplicación de sistemas domóticos	27
3	VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA	30
3.1	Visión General.....	30
3.2	Arquitectura.....	36
3.3	Diagrama de Flujos de la información captada por los sensores.....	38
4	COMPONENTES HARDWARE Y COMUNICACIONES.....	41
4.1	Introducción.....	41
4.2	Dispositivo detector de movimiento	44
4.2.1	Descripción.....	44
4.2.2	Ubicación.....	46
4.2.3	Comunicación.....	46
4.3	Dispositivo Pulsador manual.....	47
4.3.1	Descripción	47
4.3.2	Ubicación.....	48
4.3.3	Comunicación.....	48
4.4	Dispositivos NEAT IOR-ATOM.....	49
4.4.1	Dispositivo NEAT ATOM.....	49
4.4.1.1	Descripción.....	49
4.4.1.2	Comunicación.....	51
4.4.2	Dispositivo NEAT IOR	51
4.4.2.1	Descripción.....	51
4.4.2.2	Comunicación.....	53
4.5	Dispositivo Sensor de temperatura.....	54

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

4.5.1	Descripción.....	54
4.5.2	Comunicación.....	57
4.6	Dispositivo Labjack U12.....	57
4.6.1	Descripción.....	57
4.6.2	Ubicación.....	59
4.6.3	Comunicaciones.....	60
4.7	Dispositivo Módem GSM Audiotel Modex.....	63
4.7.1	Descripción.....	63
4.7.2	Comunicación.....	66
5	ARQUITECTURA DEL SOFTWARE.....	68
5.1	Introducción.....	68
5.2	Programación Orientada a Objetos (POO).....	68
5.2.1	Objetos.....	69
5.2.1.1	Relaciones.....	69
5.2.1.2	Propiedades.....	70
5.2.1.3	Métodos.....	71
5.2.2	Clases.....	71
5.2.2.1	Propiedades en clases.....	71
5.2.2.2	Métodos en las clases.....	71
5.2.3	Encapsulamiento.....	72
5.2.4	Polimorfismo.....	72
5.2.5	Herencia.....	72
5.3	Arquitectura del Software.....	73
5.3.1	Capa de Datos.....	74
5.3.2	Capa de presentación.....	74
5.3.3	Capa de negocios.....	74
5.3.4	Diagrama de bases de datos.....	75
5.3.5	Diagrama lógico de la aplicación.....	77
5.3.6	Estructura interna del software.....	81
6	INSTALACIÓN Y MANUAL DEL SOFTWARE.....	85
6.1	Introducción.....	85
6.2	Requerimientos del Sistema.....	86
6.3	Instalación del Software CGAARA.....	86
6.4	Manual de uso del Software CGAARA.....	87
6.4.1	Pestaña de inicio del programa.....	88

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

6.4.2	Selección de Dispositivos	89
6.4.2.1	Configuración Dispositivos Analógicos	90
6.4.2.2	Puerto.....	90
6.4.2.3	Estado	91
6.4.2.3.1	Selección de Dispositivo	91
6.4.2.3.2	Valor Min (V ó °C)	92
6.4.2.3.3	Valor Max (V)	92
6.4.2.3.4	Mensaje de Alarma	92
6.4.2.4	Configuración Dispositivos Digitales.....	93
6.4.2.4.1	Puerto.....	93
6.4.2.4.2	Estado	93
6.4.2.4.3	Selección de Dispositivo	94
6.4.2.4.4	Mensaje de Alarma	94
6.4.2.5	Botón Guardar	95
6.4.3	Configurador SMS	95
6.4.4	Labjack Monitor	98
6.4.4.1	Entradas Analógicas	99
6.4.4.2	Entradas Digitales	99
6.4.5	Eventos	99
6.4.6	Botón Salir	101
7	RESULTADOS.....	102
7.1	Sistema implementado	102
7.2	Diferentes casos y resultados obtenidos.	105
7.2.1	Dispositivos conectados a puertos analógicos.....	105
7.2.2	Dispositivos conectados a puertos analógicos y puertos digitales.	106
7.3	Ejemplos de alarmas.	107
8	CONCLUSIONES.....	116
8.1	Conclusiones finales	116
8.2	Posibles ampliaciones y aplicaciones.....	117
	BIBLIOGRAFÍA.	119
	ANEXO A	121
	ANEXO B	121

ANEXO C 121

ANEXO D 122

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación

Nuestro mundo está sufriendo cambios demográficos sin precedentes. Aunque las cifras deberían preocupar a todos, fuera del ámbito de la política social, los círculos de expertos y los organismos intergubernamentales, el tema del envejecimiento de la población provoca sólo desinterés. Esto es sorprendente, puesto que los cambios que figuran en el nuevo Informe de las Naciones Unidas sobre el envejecimiento de la población mundial: 1950-2050 tendrán muchas repercusiones en la vida de todos. En dicho informe cita que la totalidad de la sociedad se verá reestructurada, ya que las exigencias sociales y económicas nos obligarán a encontrar nuevas formas de vivir, trabajar y atender a otras personas. Nadie saldrá indemne. Probablemente ya no se repetirán las sociedades con pirámides demográficas con muchos jóvenes en la base y pocos ancianos en la cúspide.

El envejecimiento actual de la población no tiene precedentes en la historia de la humanidad. El aumento del porcentaje de las personas de edad (65 años y más) está acompañado por la disminución del porcentaje de niños y adolescentes (menores de 15 años). Para 2050, por primera vez en la historia de la humanidad, la cantidad de personas de edad en el mundo superará a la cantidad de jóvenes.

En la Figura 1.1 se presentan los datos del crecimiento medio anual de la población mayor, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

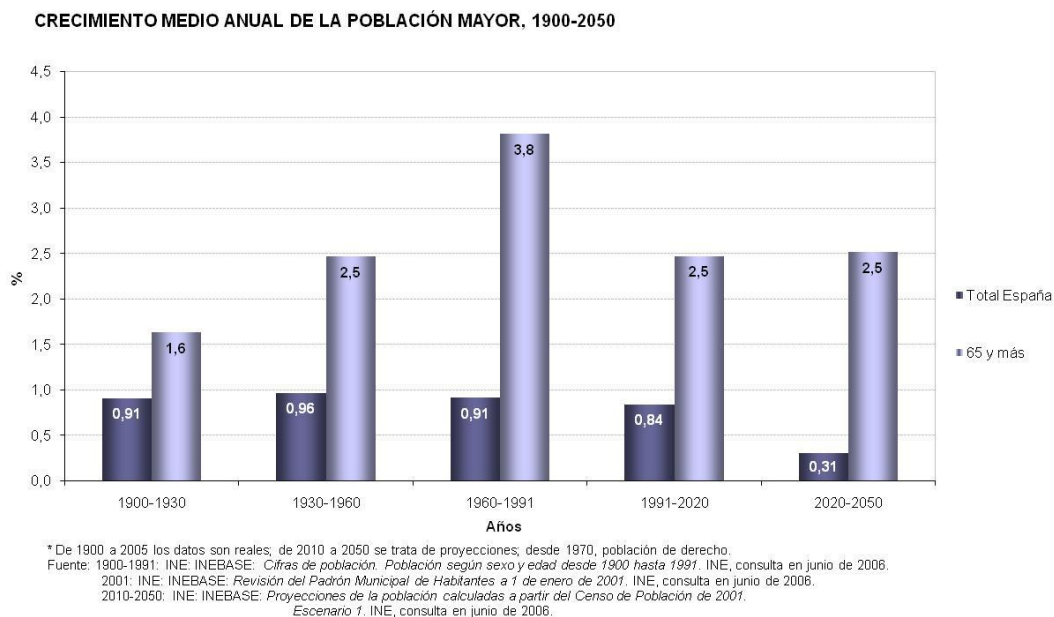


Figura 1.1

El envejecimiento de la población es un fenómeno mundial que ha afectado o va a afectar a todos los hombres, mujeres y niños del planeta. El aumento constante de los grupos de edad más avanzada en las poblaciones nacionales, tanto en cifras absolutas como relativas con respecto a la población en edad activa, tendrá consecuencias directas en las relaciones dentro de la familia, la igualdad entre las generaciones, los estilos de vida y la solidaridad familiar, que es la base de la sociedad.

El cambio demográfico debido al envejecimiento progresivo de la población tiene y tendrá consecuencias y repercusiones en todos los ámbitos de la vida diaria de hombres y mujeres.

En la economía, el envejecimiento de la población afectará el crecimiento económico, al ahorro, las inversiones y el consumo, los mercados laborales, las pensiones, los impuestos y la transferencia de capital y propiedades, así como a la asistencia prestada por una generación a otra. El envejecimiento de la población seguirá afectando a la salud y la atención

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

médica, la composición y organización de la familia, la vivienda y las migraciones.

La salud de las personas de edad suele deteriorarse con los años, lo que demanda más cuidados y por más largo plazo para los más ancianos. Esta relación entre la población de 85 años y más y la de 50 a 64 años indica la atención que las familias pueden tener que prestar a sus miembros más ancianos. En 1950 había menos de 2 personas de 85 años o más por cada 100 personas de 50 a 64 años en todo el mundo. Para 2000, el indicador aumentó a 4 por cada 100, mientras que se prevé que en 2050 llegará a 11 por cada 100.

La figura 1.2 y la figura 1.3 muestran algunos de los datos que está manejando el INE en cuanto al crecimiento de la población mayor. En la figura 1.3 se ve el problema grave que se avecina en España, puesto que somos el segundo país con mayor envejecimiento esperado.

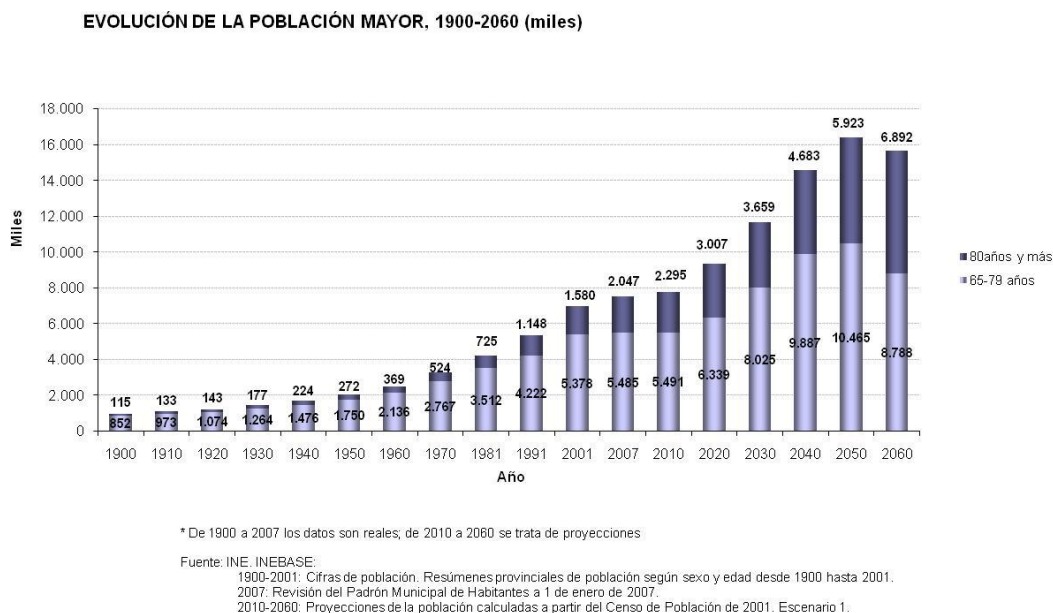


Figura 1.2

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

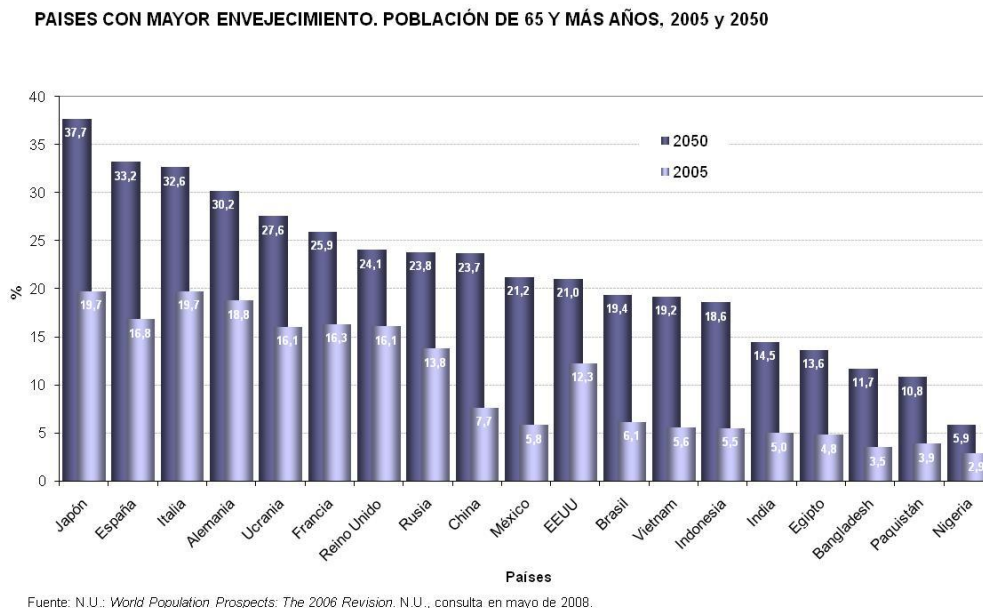


Figura 1.3

Gracias a estudios de este tipo nacen nuevas reflexiones como cuál es el papel que jugarán las residencias de ancianos en nuestra sociedad en el futuro. Los cambios que se han producido en la familia en la sociedad moderna han modificado la naturaleza de los lazos que se mantienen con los ancianos. Las modificaciones en el ciclo de vida familiar y en la estructura familiar, y el hecho de que el Estado asuma funciones de cuidados que eran característicos de la familia tradicional, están contribuyendo a la reorganización de las relaciones de las personas mayores con su entorno familiar. El hecho de vivir en domicilios diferentes y frecuentemente distantes, la falta de medios y de espacio en la casa de los hijos para acoger a sus padres, junto con otros factores, han llevado a pensar que la única opción de las personas cuando sobreviene la discapacidad y la enfermedad es valerse por sí misma o ingresar en una residencia o centro de internamiento.

Esta situación lleva hoy en día a que este tipo de residencias doten a sus instalaciones de la tecnología necesaria de forma que garanticen la seguridad y control de los residentes sin que ello afecte al confort en su estancia. A estos equipos tecnológicos se les denomina “Sistemas de Control” aplicados en residencias. Estos sistemas son una ayuda imprescindible para este tipo de residentes ya que son personas mayores que pasan largas horas sin un acompañante. Gracias a este tipo de sistemas los cuidadores de este tipo de centros podrán ser avisados de alarmas producidas por el propio residente o alarmas que existan sin que los propios residentes sean conscientes de ellas.

Por todo ello estos Sistemas de control cobran mucha importancia en la actualidad y en este tipo de residencias ya que se trata del bienestar y de la seguridad de nuestros mayores.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de un sistema domótico orientado a residencias de ancianos, cuya finalidad sea controlar y conocer en tiempo real los eventos y alarmas que se produzcan en las instalaciones de la residencia. Para ello el sistema contará con un conjunto de dispositivos que deberá gobernar en todo momento. Dichos dispositivos serán los que se instalen en ubicaciones específicas de la residencia, como habitaciones, puertas, pasillos etc. Y serán del tipo sensores de movimiento, pulsadores manuales, sensores de temperatura etc. Por otro lado, se deberá desarrollar un software básico que sea capaz de controlar los dispositivos, gestionar los eventos producidos por los mismos y finalmente publicar los eventos en tiempo real a los operarios del centro. Además de publicar estos eventos y que el operario tenga acceso a éstos, se notificarán por mensajería SMS a aquellos usuarios suscritos a ese servicio.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

Por tanto, se pueden concretar los objetivos de este proyecto en los siguientes puntos:

- Diseño general del sistema de control de residencias.
- Elección de hardware necesario para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.
- Diseño y desarrollo del software que gestione y publique la información en el centro residencial.
- Realizar una maqueta del sistema en la cual se puedan realizar pruebas reales.

El fin socio-sanitario de la tecnología propuesta en este proyecto hace que sea adecuada para una residencia (como es el caso del proyecto en sí) pero también para cualquier tipo de servicio de teleasistencia.

El servicio de teleasistencia es un servicio de ayuda a domicilio, el cual se presta mediante un dispositivo electrónico y un transmisor de radio portátil, conectado a la red telefónica, que permite avisar inmediatamente de cualquier emergencia que pueda sufrir la persona mayor durante las 24 horas del día, todos los días del año.

Este servicio va dirigido a personas mayores que viven solas o que a lo largo del día pasan mucho tiempo solas en su domicilio.

Pero la teleasistencia no sólo debe servir para que el usuario llame pidiendo ayuda, sino que también debe avisar a los cuidadores, mediante una llamada, incluso cuando el usuario no puede pulsar el botón de llamada, o cuando existan riesgos no detectados por el usuario. Los sistemas de teleasistencia que contempla este proyecto cumplen también esa doble función, de protección silenciosa.

Para ello, se complementa el sistema de teleasistencia con diversos detectores de presencia, de humo, de inundación, de actividad, o de caída, que detectarán cualquier incidente enviando una señal de emergencia al número o sistema de recepción prefijado, de forma que el usuario esté protegido por el sistema, aun cuando no pueda pulsar la señal de alarma en el colgante o pulsera.

El servicio de teleasistencia puede ser privado o público. Desde la iniciativa privada se ofrece, a través de instituciones como la Cruz Roja, organizaciones no gubernamentales y cooperativas de atención especializada, que ofrecen este recurso subvencionado a los usuarios más necesitados.

Las Comunidades Autónomas prestan una atención a personas mayores de carácter doméstico y eminentemente preventivo, el cual se presta manteniendo a la persona mayor comunicada permanentemente, mediante un collarín o pulsera con un emisor que accede telefónicamente a una centralita donde se recibe la llamada de alarma.

El servicio de teleasistencia ofrecido por el IMSERSO, se viene desarrollando desde 1993 mediante un convenio-marco suscrito por el propio IMSERSO y la Federación Española de Municipios y Provincias (F.E.M.P.). La implantación de este convenio-marco no se ha realizado en todas las Comunidades.

1.3 Partes del Proyecto

Este proyecto se encuentra estructurado en diez partes, las ocho primeras partes corresponderán a capítulos mientras que las dos últimas corresponderán con el anexo y la bibliografía correspondientemente.

El primero de ellos es una introducción. En ella se describen los objetivos del proyecto y se hace una breve descripción de la estructura de este documento.

En el segundo capítulo realiza una descripción de lo que suponen los sistemas domóticos hoy en día. Las distintas tecnologías que se aplican en los mismos y las ventajas y desventajas que suponen disponer de un sistema de estas características.

El tercer capítulo contiene una descripción del sistema general a desarrollar, orientado dicho sistema a las residencias de ancianos. A su vez se realiza la descripción de la arquitectura diseñada para dicho sistema.

En el cuarto capítulo se describen en detalle los dispositivos hardware utilizados en el sistema. Haciendo una descripción individual de cada uno de ellos y cómo se comportan. También se describirá el sistema de comunicación utilizado entre los distintos componentes del sistema.

En el quinto capítulo contiene una descripción de la arquitectura software utilizada, es decir, las herramientas que se han utilizado para desarrollar y programar software necesario para la comunicación y la gestión del sistema. A su vez se detallan las herramientas de desarrollo utilizadas para el desarrollo.

El sexto capítulo contiene la información necesaria para llevar a cabo la instalación del software en un PC. Especificando requerimientos mínimos que se deben cumplir. En este mismo capítulo se presenta el manual de usuario del software.

En séptimo capítulo se muestran los resultados obtenidos tras la finalización del sistema y en distintos casos de funcionamiento.

En el octavo capítulo se presentan las conclusiones finales del proyecto desarrollado. Indicando los obstáculos encontrados durante su desarrollo y la solución aportada a cada uno de los problemas encontrados. A su vez se presentan las posibles aplicaciones que tiene este sistema y posibles ampliaciones aplicables.

Por último se indica la bibliografía que se ha empleado en la elaboración de este proyecto y se adjuntan unos anexos que complementan la información de este proyecto.

2 SISTEMAS DOMÓTICOS RESIDENCIALES

2.1 Iniciación a los sistemas domóticos

¿Qué son los sistemas domóticos?

Se podría definir un Sistema Domótico como una serie de sistemas tecnológicos que aportan diferentes servicios al hogar, comercios, edificios de oficinas, centros residenciales, hoteles y otros lugares. Estos servicios pueden ser de seguridad, bienestar, comunicación, de gestión energética, etc. Los sistemas domóticos están integrados por redes de comunicación tanto interiores como exteriores ya sea de forma inalámbrica o mediante cable. Estos avances tecnológicos permiten hoy en día equipar cualquiera de estas instalaciones con sistemas que hacen de ellas lugares más cómodos y seguros.

Las áreas de actuación de la domótica son las siguientes:

- Seguridad:
 - Detección de Intrusión, con posibilidad de conexión a central receptora de alarmas
 - Seguridad técnica
 - Detección y aviso de Incendio
 - Detección y aviso de Humos (Monóxido de carbono)
 - Control de fugas de agua (detección y corte de suministro)
 - Control de fugas de gas (detección y corte de suministro)
 - Simulación de Presencia

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

- Ayuda personal para el cuidado de personas mayores o enfermos
- Aviso telefónico de incidencia, a números predeterminados por el usuario
- Alarma de pánico
- Confort
 - Control manual desde una pantalla táctil de fácil utilización y diseño vanguardista
 - Control desde mandos a distancia
 - Secuencias programadas: órdenes múltiples combinadas en un único botón
 - Control de iluminación: por presencia, regulación de intensidad, etc.
 - Control de motorizaciones: persianas, toldos, cortinas, etc.
 - Posibilidad de gestionar la vivienda mediante un sencillo software instalado en su PC o PDA vía WiFi.
- Ahorro energético:
 - Gestión de Climatización (calefacción / aire acondicionado) por programación horaria o control de temperatura por zonas
 - Gestión de Iluminación: ahorro por regulación, programación horaria, activación por presencia o por escasa luminosidad, etc.
 - Gestión de Consumo de electrodomésticos: programación para funcionamiento en franjas horarias más económicas
- Comunicaciones:
 - Control telefónico de la vivienda
 - Aviso telefónico en caso de alarmas técnicas o de intrusión
 - Control remoto y visualización de la vivienda por Internet
 - Control mediante mensajes cortos (SMS)

Por otro lado, la sociedad de hoy en día, más globalizada y avanzada permite la aplicación de este tipo de sistemas, la sociedad y su desarrollo están directamente relacionados con la tecnología. Gracias a la tecnología la sociedad se encuentra permanentemente comunicada, con internet, con la telefonía móvil, correo electrónico etc. Lo que hace que la tecnología en el mundo de la salud emerja como uno de los grandes protagonistas de este siglo.

Con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas mayores en centros residenciales, hoy en día se desarrollan este tipo de sistemas. Cada día hay más personas mayores debido a que la esperanza de vida se ha incrementado y los índices de natalidad han descendido, por tanto el número de residencias de este tipo se verá incrementado en un futuro próximo, con lo que los sistemas de control Domótico irán avanzando y cobrando más importancia.

Por todos estos motivos anteriores hoy en día se pueden encontrar distintos tipos de sistemas de control de residencias aplicables a distintos tipos de centros, residencias de ancianos, geriátricos, centros de día, residencias para personas con Alzheimer etc. Todos estos sistemas controlan distintos tipos de sensores como sensores de caída que detectan si un residente se ha caído, termostatos que permiten controlar la temperatura, sensores de presencia que ayudan a responder rápidamente cuando un paciente deambula perdido, control de errantes que permite conocer la ubicación de los residentes, etc. Siempre el objetivo es conseguir que el entorno se vuelva más cómodo, y seguro para los residentes.

Gracias a este tipo de sistemas aplicados en residencias se conseguirá que el trabajo de los cuidadores sea más eficaz y sencillo, ya que gracias a esta tecnología el cuidador será avisado cuando un residente se caiga, el

sistema podrá avisar al cuidador más cercano al residente que precisa ayuda gracias al control de errantes, la residencia a su vez puede avisar de la medicación a los residentes y un sinfín más de funcionalidades que se pueden aplicar. De tal forma que se controlará e incluso monitorizará a los residentes de forma exhaustiva pero en ningún caso atentando contra la intimidad de los mismos, ya que en no se emplean cámaras ni sistemas similares de video.

Dentro del control exhaustivo e incluso monitorización a la que se verán vistos los residentes es de obligatorio cumplimiento el mantener la intimidad de los mismos, por lo que no se prevé el empleo de cámaras ni ningún tipo de sistema de vídeo.

Uno de los sistemas domóticos más extendidos es el X-10, al que se pueda llegar a considerar un estándar de-facto.

Entre sus características destacan:

- Fácil instalación, ya que prácticamente no precisa realizar ninguna obra ni cableado adicional porque utiliza la propia red eléctrica como medio de transmisión de datos.
- Flexibilidad, se trata de un sistema modular y fácilmente ampliable. En función de las necesidades se irá determinando qué elementos del hogar/residencia se necesitan controlar.
- Ahorro, con una pequeña inversión se conseguirá, por ejemplo, un ahorro en el recibo de la luz, así como colaborar al respeto por el medio ambiente.
- Sencillez, gracias a su fácil manejo y comprensión.
- Personalización, posibilidad de configurar el sistema según las necesidades de cada usuario y de las que pueden ir surgiendo a través de su uso.
- Funcionalidad, podrá integrar seguridad, confort, comunicación y gestión de la energía en un único sistema de fácil manejo.

Aunque se acaba de comentar que el X-10 es un estándar de-facto, existe en la actualidad una situación general de desconocimiento en lo que a legislación vigente en materia de domótica respecta. El único estándar a nivel mundial que ha sido pensado específicamente para domótica es Zigbee, que se basa en la especificación 802.15.4 del IEEE.

El marco normativo actual no dispone de directivas específicas para el sector de la domótica que deban aplicarse en cualquier instalación. No obstante, las disposiciones legales, y por tanto de obligado cumplimiento, que tienen relación más o menos directa con el sector y que deben considerarse a la hora de hablar de productos y sistemas domóticos son las que a continuación se detallan:

- Directivas europeas:
 - Directiva CE 2006/95/CE de Baja Tensión.
 - Directiva CE 89/336/CEE de Compatibilidad Electromagnética.
- Reglamentación nacional:
 - Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006).
 - Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (RD 401/2003).
 - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002).

La tarea de normalización del sector de la domótica no ha hecho más que comenzar y existen diversas iniciativas que esperan ver la luz en los próximos años, en forma de normas que faciliten la interoperabilidad entre sistemas y sobre todo, ayuden a extender la información necesaria entre todos los agentes implicados para que el sector vaya asentándose con seguridad.

De entre estas iniciativas, se puede destacar la *Guía Técnica de Aplicación sobre instalaciones de sistemas de Automatización, Gestión técnica de la*

energía y seguridad para viviendas y edificios, editada recientemente por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. En ella se hace referencia a la terminología básica que se emplea, así como diversos tipos de sistemas domóticos, abordando los requisitos que debe cumplir una instalación.

Del mismo modo, la Comisión Multisectorial del Hogar Digital, trabaja en el desarrollo del *Sello de Calidad del Hogar Digital*, que pretende proporcionar confianza a los usuarios y profesionales relacionados con el sector, garantizando que la vivienda reúne las capacidades necesarias para prestar los servicios domóticos que la propia comisión prescriba como necesarios, entre los que se destacan Seguridad, Confort, Ahorro Energético, Comunicaciones y Ocio. Para ello, la citada comisión reúne alrededor de su mesa a Fabricantes de Electrónica y Material Eléctrico, Instaladores de Telecomunicaciones, Empresas de Ingeniería, Universidades, Colegios Oficiales, etc.

Otro de los objetivos a corto plazo de la CMHD es la definición de lo que se piensa será el sustituto de la ICT, el *proyecto de IHD o Infraestructura del Hogar Digital*. Más que suceder, lo que tratará de cubrir será el vacío que deja la ICT en lo que a servicios domóticos se refiere, garantizando la prestación de los mismos sin necesidad de ampliar las infraestructuras. No en vano, los Colegios Oficiales de Telecomunicaciones ya sugieren incluir en la ICT los proyectos y servicios de Hogar Digital, posibilitando así su visado por el Colegio. Según la comisión, el proyecto de IHD tendrá una conexión unívoca con el Sello de Calidad del Hogar Digital.

El Libro Blanco del Hogar Digital, también entre las tareas en proceso de la CMHD, pretende recoger los servicios definidos por la CMHD, indicando las tecnologías e infraestructuras que los soportan además de incluir aquello que se considere necesario, para llevar hacia adelante el proceso de normalización de la actividad.

En periodo de desarrollo también se encuentran, dentro del Cenelec, la serie de normas EN 50491, que pretenden establecer los requisitos generales que deba cumplir cualquier sistema domótico, en lo que a seguridad eléctrica, compatibilidad electromagnética, etc se refiere, con independencia del protocolo empleado para las comunicaciones.

Por su parte, el Subcomité de normalización de AENOR SC205 "Sistemas Electrónicos en viviendas y edificios", en su colaboración con el CEDOM, ha publicado recientemente la *norma técnica EA 0026 "Instalaciones de Sistemas Domóticos en Viviendas. Prescripciones generales de instalación y evaluación"*, en la que se establecen los mínimos que deben cumplir las instalaciones domóticas para su correcto funcionamiento y evaluación.

Por último, y como una guía o documento de apoyo más, el CEDOM ha desarrollado el *"Cuaderno de Divulgación Domótica"* que intenta aunar las informaciones más generales con los consejos de buenas prácticas a la hora de instalar. En este cuaderno, encontramos de especial interés la *Tabla de Niveles de Domotización*, que permitirá conocer cómo de capaz es un sistema domótico.

Estos dos últimos documentos, la especificación EA 0026 y la tabla de niveles, pretenden ser los pilares donde se fundamenten las certificaciones AENOR de las instalaciones domóticas.

La domótica en el ámbito socio-sanitario está en pleno desarrollo y así lo demuestran los encuentros y congresos que se celebran anualmente sobre la materia. Sirva como ejemplo mencionar los dos siguientes.

El Congreso Internacional DRT4ALL, *Congreso Internacional sobre Domótica, Robótica y Teleasistencia para Todos*, tiene como objetivo principal el conocer cuáles son los últimos avances en las TIC para la promoción de la vida independiente de las personas con limitaciones

funcionales y dar una muestra de cómo estos avances pueden cooperar para proporcionar a todos una vida más cómoda y mejorar la integración social de las personas mayores o con discapacidades.

DRT4ALL es, sobre todo, un congreso científico donde se exponen los diferentes aspectos de estas tecnologías, con la experiencia de los usuarios como un aspecto clave, y donde también participan las industrias interesadas y las administraciones públicas y sus representantes, que cumplen también un papel crucial en el desarrollo de estas tecnologías.

La última edición del *Encuentro Transdisciplinar en Tecnologías de la información, las Comunicaciones y el Control para la Asistencia Social y Sanitaria* (ETTICCASS) organizado por la Universidad de Alicante y patrocinado por Fundación Vodafone España se celebró los días 23, 24 y 25 de septiembre de 2009 en el Centro de Congresos de Elche.

ETTICCASS 2009 es un encuentro donde participan expertos en tecnologías de la información, las comunicaciones, en las ciencias de la salud, en trabajo social, en terapia ocupacional,... Dado que no existe formación específica en ninguno de los estudios universitarios relacionados, se pretende que este encuentro transdisciplinar sirva de complemento a la formación de cada uno de estos colectivos.

2.2 Sistemas residenciales

¿Quién se beneficia de estos sistemas?

- En primer lugar los residentes: el fin principal es mejorar la calidad de vida del residente.
- Las familias de los residentes, que estarán más tranquilas porque sabrán que sus seres queridos están perfectamente atendidos. Se podrá ofrecer a

estos familiares un nivel de información y tranquilidad hasta ahora desconocido.

- Las residencias, que al convertirse en un lugar domotizado, esto les permitirá realizar mejor su trabajo y dedicar más tiempo al trato personalizado, en vez de a tareas repetitivas y administrativas.

Las residencias o centros susceptibles de ser domotizados se pueden dividir en:

- Residencias sociosanitarias, son centros que constituyen un recurso de atención geriátrica y social de carácter prolongado e intermedia, destinados a personas mayores que presentan graves patologías y no pueden ser atendidas en su domicilio habitual ni con otros recursos. Pueden ser privadas, de las Comunidades Autónomas o del Imsero.
- Residencias, son centros destinados a ser lugar de convivencia y servir de vivienda permanente y común a quienes, habiendo alcanzado la edad de 60 años, no pudiera satisfacer estas necesidades por otros medios, y en los que se presta una asistencia integral y continuada a los usuarios de los mismos. Puede ser privadas o de las Comunidades autónomas.
- Centros de Día, son establecimientos públicos y en algunos casos privados, no residenciales, donde se prestan servicios sociosanitarios. Estos centros ofrecen durante el día atención a las necesidades básicas, terapéuticas y socioculturales a personas mayores afectadas por algún grado de dependencia, promoviendo su autonomía y la permanencia en su entorno familiar. Pueden ser privados, de las Comunidades autónomas o del IMSERSO.
- Pisos tutelados, son unidades residenciales, que acogen a un número reducido de personas mayores capaces de valerse por sí mismos, en las cuales se comparte la vivienda y las tareas derivadas de la convivencia. Existen sólo pisos tutelados pertenecientes a las Comunidades Autónomas.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

Se dispensarán al menos, las siguientes prestaciones: Alojamiento, teleasistencia, supervisión y apoyo personal y social.

A continuación se presentan dos gráficas en la figura 2.2.1 y 2.2.2 que dan idea del posible número de beneficiarios de la domótica asistencial a día de hoy.

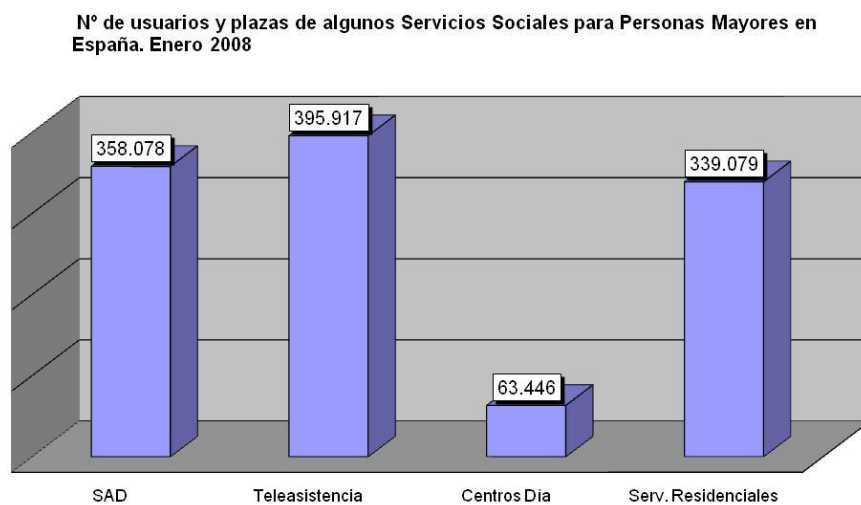


Figura 2.2.1

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

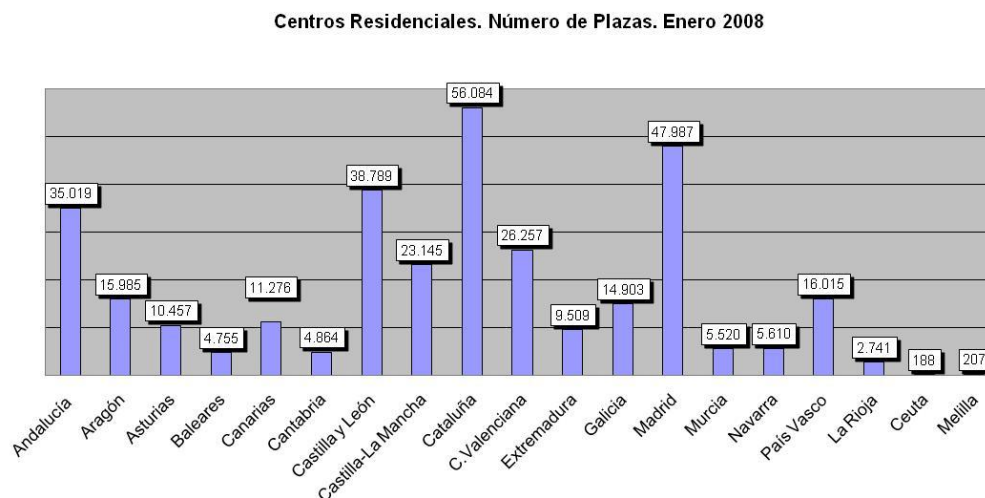


Figura 2.2.2

2.3 Soluciones en el mercado

El funcionamiento de todo este tipo de sistemas es similar, se integran diferentes tipos de sensores (volumétricos, de caída, de movimiento, de apertura de puertas, de inundación, de humos, tiradores manuales, etc) en un espacio concreto para que el propio entorno del residente cuide de él. La información que generan estos dispositivos sensores es enviada a un servidor central que, a su vez, y en función de la información que reciba será reenviada a ordenadores remotos de cuidadores y en otros casos a dispositivos móviles tipo PDA o teléfono móviles en caso de implementar mensajería SMS, que los operarios llevan consigo en todo momento. Todo esto permite a la residencia tomar decisiones en tiempo real que afectan a la calidad de vida de los residentes.

Los sistemas de residencias actuales dotan de dispositivos fijos y de dispositivos móviles a los residentes, por ejemplo, en una habitación de un

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

residente nos podemos encontrar como dispositivos fijos sensores de movimiento, sensores de apertura de puertas, pulsadores fijos, tiradores de baño (en caso de accidente en esta estancia), detectores de gas, detectores de humo y control de errantes. Como dispositivos móviles pueden tener un pulsador de pulsera.

A continuación en la figura 2.3.1 se exponen diferentes sistemas que se pueden encontrar en el mercado orientados a los sistemas domóticos residenciales.



Figura 2.3.1

En esta figura se pueden observar distintos dispositivos como dispositivos de teleasistencia domiciliaria, central de comunicaciones, sensor de humo, control de errantes, pulsadores de cama, baño etc.

Por lo general todos los sistemas domóticos aplicados en residencias aplican este tipo de dispositivos, pero difieren en la forma en la se interconectan los dispositivos y la forma en la que se envía la información desde los sensores hasta el servidor central, en algunos casos se realiza mediante cable y en otros el envío de la información se realiza de forma inalámbrica. En el principio del proceso de construcción de una residencia ya hay que tener en cuenta qué tipo de sistema domótico se va a aplicar e instalar, ya que hay que definir la instalación de cableado de los dispositivos distribuidos por las instalaciones de la residencia. Esta es una de las grandes ventajas de los sistemas inalámbricos, casi no existe instalación de cableado o si existe es muy inferior a la instalación de un sistema domótico con cable. Pero la gran desventaja de los sistemas inalámbricos es el mantenimiento al que son sometidos los dispositivos, ya que hay que revisar las baterías con las cuales se alimentan para su funcionamiento. Además de este mantenimiento hay que tener en cuenta que este tipo de dispositivos inalámbricos son sometidos a una configuración que emiten alarmas cuando se quedan sin baterías o cuando la batería se encuentra en mal estado, esto es lo que se denominan alarmas técnicas de los dispositivos. En caso de los dispositivos alimentados de forma tradicional no necesitan de este tipo de configuraciones avanzadas, de forma que su puesta en marcha también es más rápida.

2.4 Pros y Contras de la aplicación de sistemas domóticos

Siempre que se apuesta por un sistema de estas características se han de tener en cuenta los pros y contras que ello supone para el negocio, a

continuación se exponen una serie de ventajas y desventajas de estos sistemas automatizados aplicados a residencias frente a los antiguos sistemas, en los que el control es manual.

Ventajas

- Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operario y en el desarrollo del proceso, ésta a su vez, dependerá de la eficiencia del sistema implementado.
- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo dedicado a “las rondas” que los operarios dan por las habitaciones de los residentes para conocer el estado de los mismos..
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Prácticamente desaparece el tiempo dedicado a desarrollos de nuevos procesos manuales.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos y disminución de la contaminación y daño ambiental.
- Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

Desventajas

- Inversión de gran capital para equipar la residencia.
- Incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación.
- Se producen nuevos costes para el obligado mantenimiento del sistema.

En definitiva, se trata de sistemas que ayudan a la sociedad, que aportan seguridad a un sector de la sociedad necesitada de atención en todo momento, las 24 horas del día, sistemas que en cualquier momento pueden avisar a los operarios de los centros debido a la activación de uno de los dispositivos alarmados y poder salvar la vida de una persona. Son sistemas tecnológicos que hoy en día se empiezan a instalar en residencias como novedad y que en un futuro serán sistemas obligados y necesarios. Estos sistemas seguro que en un futuro son aplicables a domicilios particulares, en los cuales hoy en día nos podemos encontrar hogares con servicios de teleasistencia, esto es, sistemas que al ser activados manualmente realizan una comunicación con una central de alarmas especializadas en teleasistencia. Pues bien, la combinación de la teleasistencia actual y los sistemas domóticos darán como resultado una especie de teleasistencia avanzada, donde la central de teleasistencia sea conocedora en todo momento del estado de la vivienda, la temperatura, si es correcta o no, obtendrá señales de un sensor de apertura del frigorífico, obtendrá señales de sensores de movimiento, sensores de humo, y porqué no señales de dispositivos de cama para conocer si existe movimiento nocturno por no hablar de videoconferencia. Y todo ello seguramente basado en un sistema IP, gracias al cual no existen costes de envío de la información sino que existe una cuota mensual independientemente del tráfico generado. Por tanto estamos hablando de sistemas de gran utilidad para la sociedad donde los avances tecnológicos marcarán su futuro ya que los desarrolladores de este tipo de sistemas se basan fundamentalmente en las nuevas tecnologías.

3 VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA

3.1 Visión General

Para poder tener una visión general del sistema propuesto en este proyecto se ha tenido en cuenta la definición de un sistema en el marco en el que se engloba.

¿Qué es un sistema?

Un sistema puede definirse conceptualmente como un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida. Tal y como se muestra a continuación en la figura 3.1.1

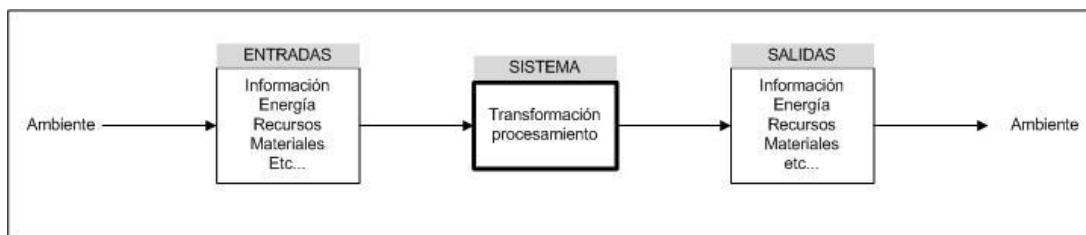


Figura 3.1.1

Dentro de los sistemas se encuentran los sistemas domóticos, que en este proyecto se orientarán a residencias de ancianos. Para llevar a cabo el desarrollo del sistema domótico aplicado a una residencia de ancianos hay que fijar las distintas variables que se quieren medir y controlar, por ejemplo, la temperatura de una habitación, el humo que hay en una habitación, si existe o no movimiento en la habitación etc. Todos estos valores serán medidos por sus correspondientes sensores específicos, en los ejemplos anteriores serían termostato, sensor de humo, sensor de

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

movimiento etc. A estos sensores se les denominará dispositivos de entrada.

El sistema propuesto deberá controlar y gestionar la información proporcionada por los distintos dispositivos de entrada, sensores y actuadores dentro de un área determinada como es la habitación de una residencia de ancianos.

El objetivo es poder montar un piloto básico simulando una habitación de una residencia de ancianos dotada de los dispositivos de entrada que más adelante se definirán. El sistema deberá proporcionar un control absoluto de lo que esté sucediendo, en términos de seguridad para el anciano, en la habitación simulada. El sistema propuesto controlará una sola habitación pero existe la posibilidad de extrapolar éste a más habitaciones, cubriendo por completo un sistema de residencias. Por tanto, se podría definir al Sistema Domótico aplicado en Residencias como un conjunto de subsistemas, donde los subsistemas están formados por el conjunto de dispositivos dedicados a una sola habitación.

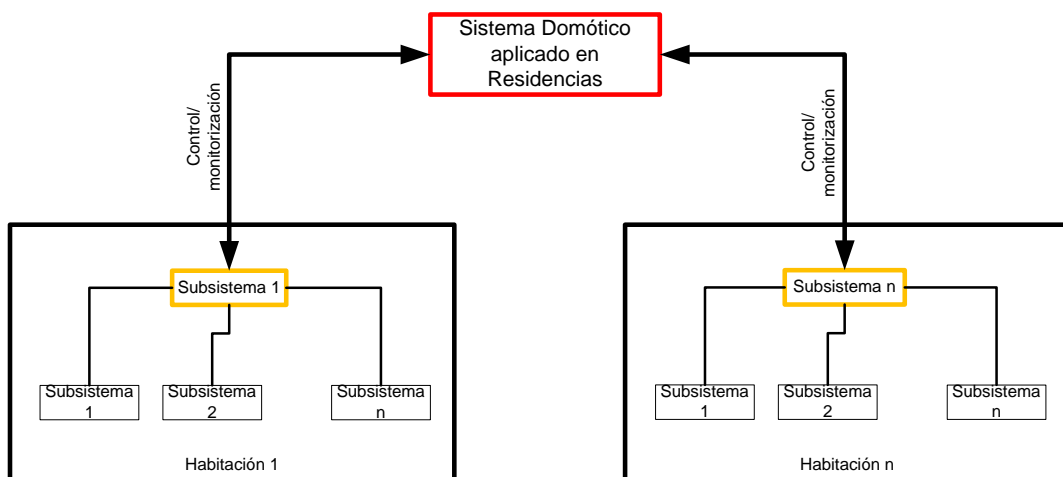


Figura 3.1.2

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

Cada uno de estos dispositivos tendrá distintas funcionalidades con el objetivo de capturar información de distinta índole. Las funciones de los dispositivos propuestos para llevar a cabo este sistema se detallan a continuación:

- Sensor de Movimiento. Sensor cuya función es detectar si hay movimiento o no movimiento en una ubicación determinada.
- Sensor de temperatura. Sensor cuya función es informar de la temperatura existente en una ubicación determinada.
- Pulsador de mano. Dispositivo cuya función es avisar de una alerta generada por un usuario. Este dispositivo requiere de la actuación externa del residente para ser accionado.
- Pulsador de emergencia IOR-ATOM. Este pulsador es un dispositivo inalámbrico que se puede llevar colgado del cuello o bien de tipo pulsera. Requiere de la actuación externa del residente para ser accionado. Consta de un emisor, el cual lleva el propio residente y un receptor, el cual recibe la señal radio y se la comunica al sistema.

A continuación, en la figura 3.1.3 se muestra de forma visual y sencilla la disposición de los dispositivos en una habitación de una residencia tipo diseñada para este proyecto. El conjunto de todos los dispositivos formará un sistema que será controlado y monitorizado por el Sistema de Control.

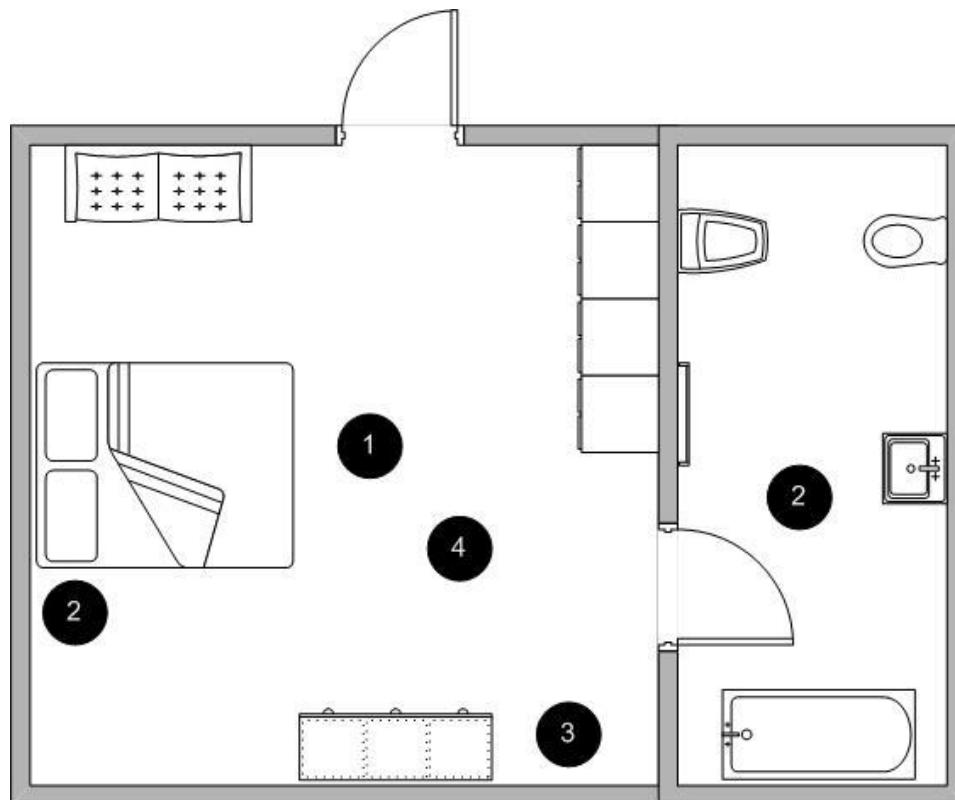


Figura 3.1.3

1. Sensor de movimiento
2. Pulsador de mano
3. Sensor de temperatura
4. Pulsador de emergencia inalámbrico IOR-ATOM.

La conexión física de los distintos dispositivos sensores captadores de señales se realizará a través de un concentrador de sensores, este dispositivo posee conexiones de entrada y salida analógicas y conexiones de entrada y salida digitales, este dispositivo es de la marca Labjack y el modelo U12, en el Capítulo IV se describirá extensamente sus características y funcionamiento. El dispositivo U12 a su vez se encuentra conectado físicamente a un PC (ordenador - server) en el cual existe un software que controla todo el sistema. Otra parte del Sistema Domótico

aplicado a Residencias será la implementación de un sistema de aviso que, en caso de producirse una activación determinada en los dispositivos sensores se producirá un evento en este sistema de aviso. En concreto este evento será el envío de un mensaje SMS a través de telefonía móvil a los teléfonos móviles suscritos al sistema. Dicho evento significará una alerta en la habitación. El objetivo de este dispositivo de aviso es alertar a los operarios para que pongan en marcha el protocolo de ayuda necesario en cada caso.

Todas las activaciones o eventos generados por los distintos dispositivos se almacenarán en una base de datos (BBDD) en el PC server. A su vez el Sistema de Gestión tendrá acceso a dicha información con el objetivo de presentársela a los operarios en todo momento y cuando ellos la soliciten.

Un diagrama básico del funcionamiento del sistema puede verse en la figura 3.1.4 que a continuación se muestra.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

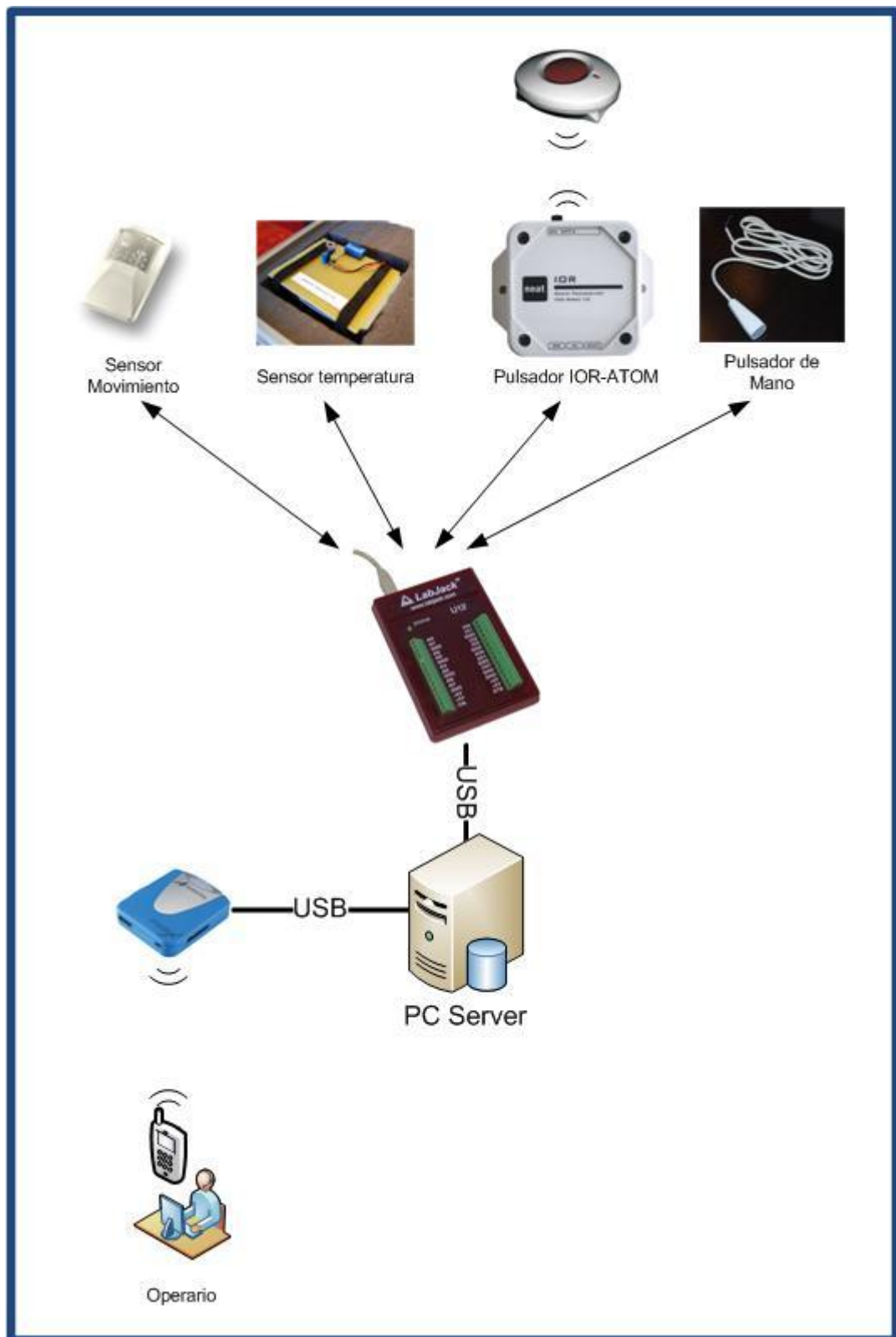


Figura 3.1.4

3.2 Arquitectura

La organización fundamental del Sistema Domótico consiste en la interconexión física de los dispositivos electrónicos, sensores, actuadores, Labjack U12, servidor (PC-Server) y dispositivo para el envío de SMS.. A continuación se muestra una figura con el esquema general básico de dicha arquitectura. Las conexiones se verán más en detalle en el Capítulo IV Componentes Hardware y Comunicaciones.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

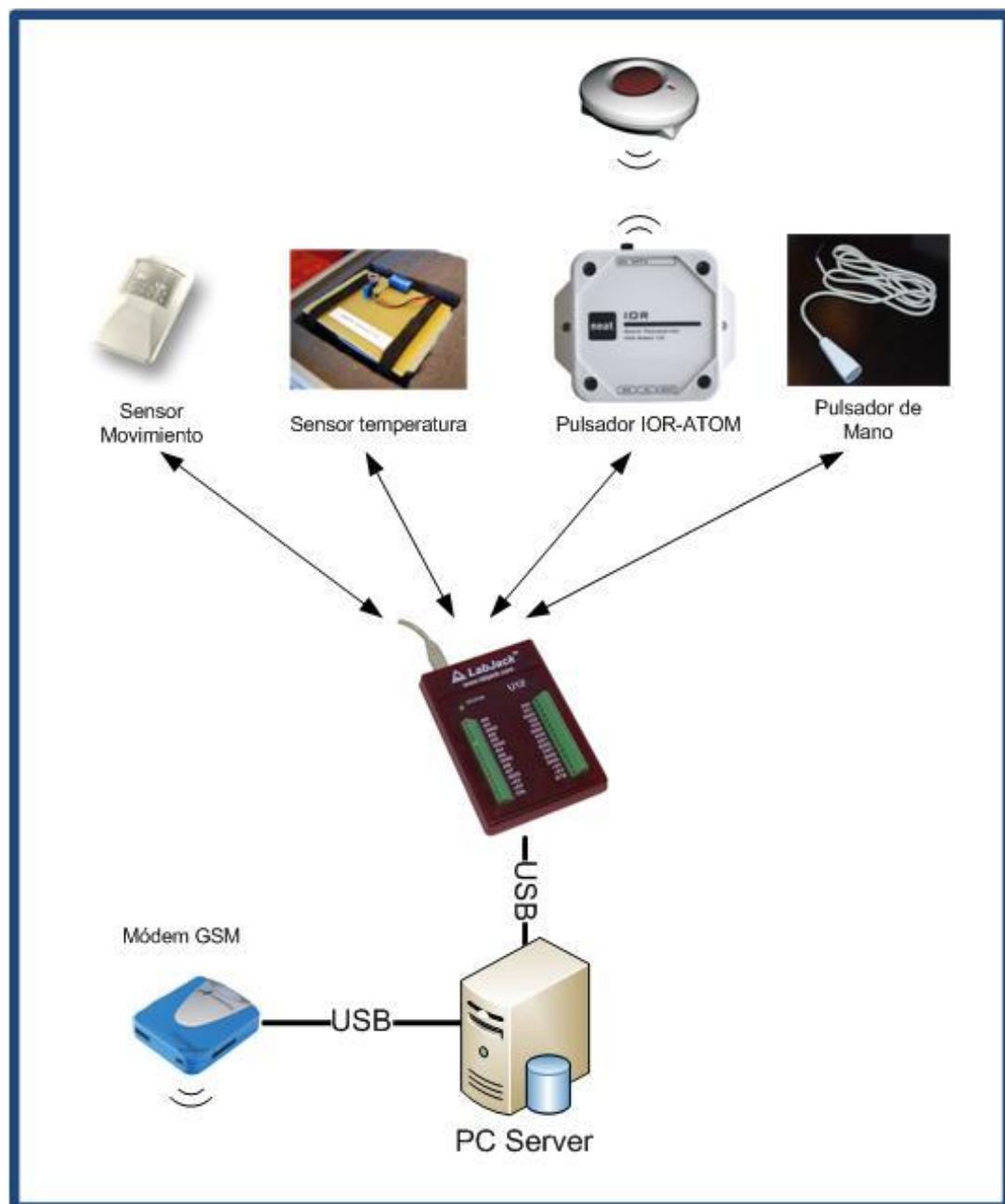


Figura 3.2.1

En la figura 3.2.1 se puede comprobar distinto tipo de conexionado, entre los dispositivos. La conexión del dispositivo U12 de Labjack se realiza mediante conexión USB (Universal Serial Bus), en el Capítulo IV se detallará este tipo de conexiones. Por último, las conexiones de los

dispositivos sensores captadores de señales, estas conexiones dependerán del dispositivo, los dispositivos que emitan una señal digital se conectarán mediante un cable formado por par de hilos de cobre al dispositivo U12 a las conexiones específicas de entrada digitales. Los dispositivos que emitan señales analógicas se conectarán mediante un cable formado también por un par de hilos a las conexiones específicas de entrada analógicas del dispositivo U12.

Gracias a esta arquitectura un operario del centro residencial puede conocer en tiempo real si existe algún evento generado por alguno de los dispositivos distribuidos en las habitaciones del centro, o algún evento generado por algún residente, pudiendo reaccionar en cuestión de segundos. Es una arquitectura sencilla, de fácil instalación y escalable, ya que permite añadir más dispositivos U12 que a su vez conectan más dispositivos sensores.

3.3 Diagrama de Flujos de la información captada por los sensores.

Los sensores son dispositivos cuyo objetivo es capturar o leer del medio una magnitud física, como puede ser la temperatura, y convertir ese valor llamado variable a una señal eléctrica. En el siguiente diagrama se pretende ofrecer una visión global del recorrido que sigue la información capturada por los dispositivos sensores, la figura 3.3.1 muestra el recorrido de esta información.

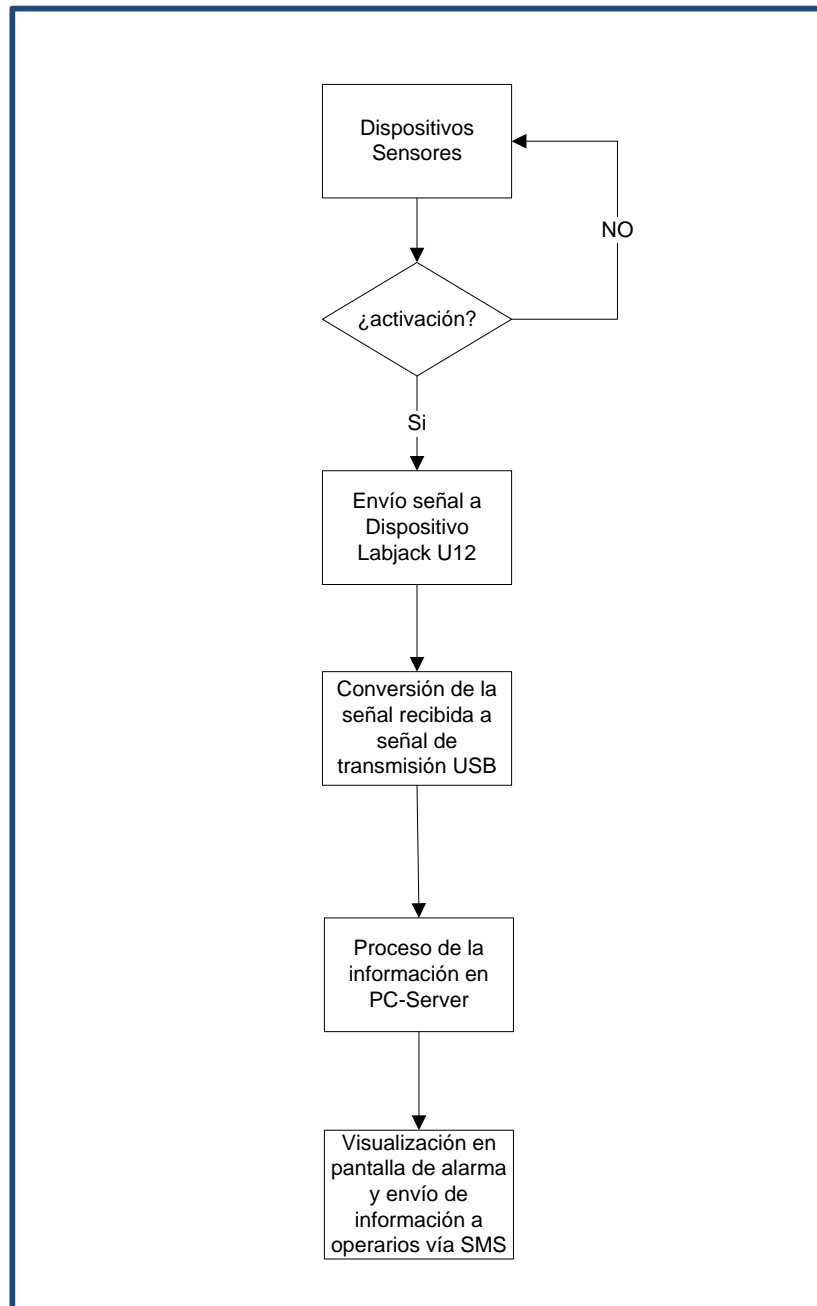


Figura 3.3.1

Como se puede comprobar la activación del proceso se produce en los dispositivos sensores, si éstos no se activan permanecerán en reposo esperando a activarse. Una vez se produce la activación de cualquiera de los sensores, la señal eléctrica es enviada al dispositivo concentrador de

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

dispositivos U12, éste tiene la función de transformar la señal recibida en una señal de datos que se enviará a través del sistema de comunicaciones Universal Serial Bus al PC Servidor. Una vez el servidor dispone de esta información la procesa para posteriormente presentarla en pantalla del server y enviar un SMS comunicando dicha alarma.

4 COMPONENTES HARDWARE Y COMUNICACIONES.

4.1 Introducción.

En este capítulo se describirá el los componentes hardware utilizados para el proyecto y como se comunican y conectan entre sí.

Como en todo sistema domótico, los diferentes dispositivos que conforman el este sistema deberán intercambiar información unos con otros a través de un soporte físico como por ejemplo un par trenzado, la red eléctrica, radio, etc. A este soporte se le denomina medio de transmisión. En función del medio de transmisión elegido se obtendrá una velocidad de transmisión diferente. No es el caso de este sistema, ya que no se requieren altas velocidades de transmisión.

Una vez establecido el soporte físico o medio de transmisión, hay que de determinar el protocolo a través del cual se establece la comunicación, dicho protocolo es el “lenguaje” en el cual se comunican, de forma que se establezca un intercambio de información coherente, ya que tanto el emisor y el receptor esperan comunicarse mediante el protocolo definido. En este proyecto se usarán protocolos de comunicación estándar.

Para llevar a cabo este sistema domótico se han escogido dispositivos de uso común que se pueden encontrar en el mercado con cierta facilidad. Son dispositivos utilizados en sistemas básicos de seguridad y sistemas utilizados en residencias así como en sistemas domóticos. Los criterios seguidos para la obtención de los mismos han sido:

- Dispositivos que cumplan con las necesidades mínimas para obtener los resultados esperados.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

- Dispositivos que puedan cumplir las funciones esperadas en un entorno real.
- Dispositivos que no supongan un elevado coste.

A continuación se realizará una descripción detallada de todos y cada uno de los elementos que conforman el Sistema Domótico en Centros Residenciales. La figura 4.1.1 muestra el conexionado general entre dispositivos. Esta figura ya se vio en el capítulo anterior.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

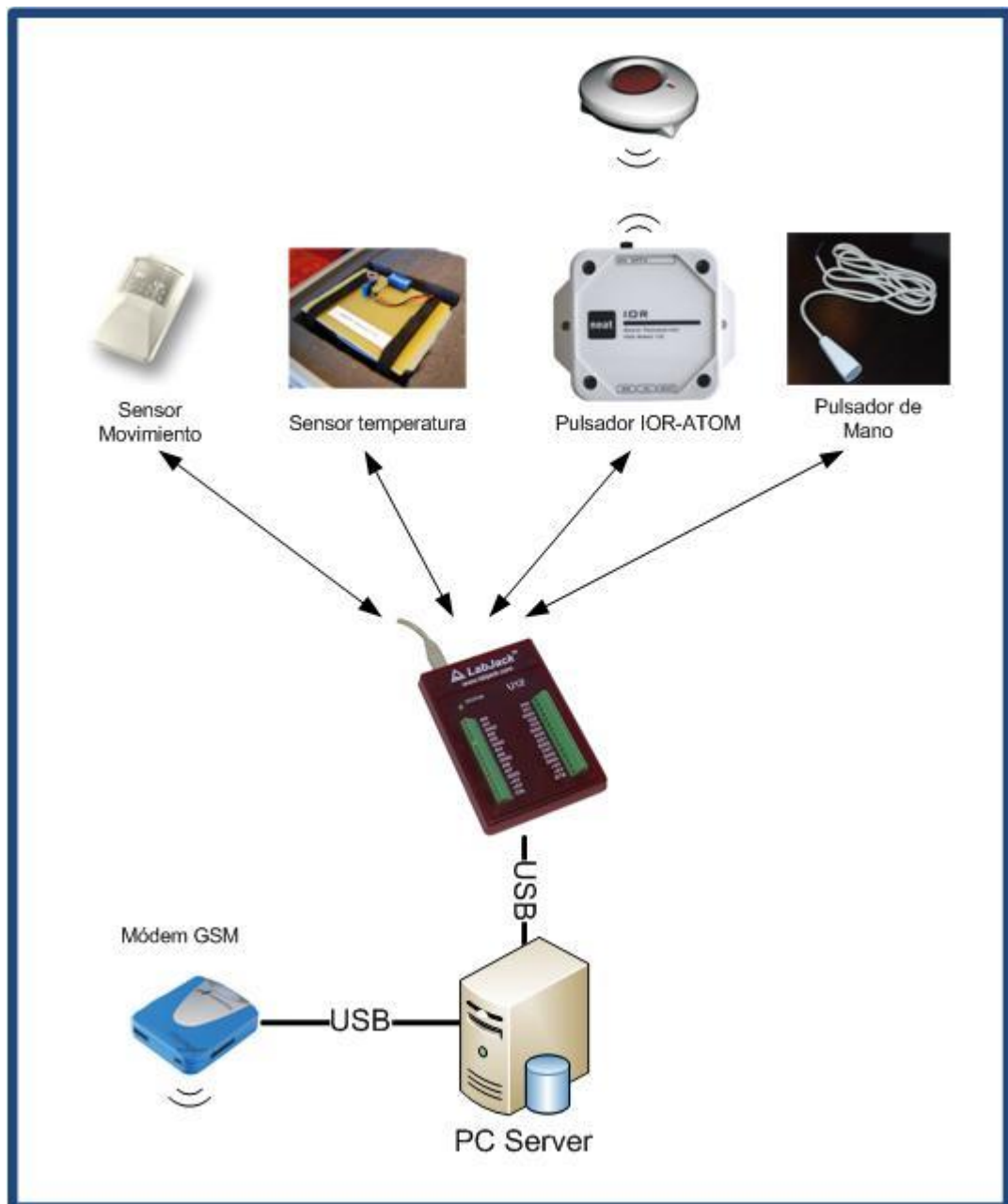


Figura 4.1.1

En esta figura se puede observar qué dispositivos se conectan entre sí, teniendo una visión global del sistema domótico. El orden de la descripción de los dispositivos que conforma el sistema se realizará de acuerdo con el flujo de la información de los eventos del sistema, es decir, se comenzará

por los dispositivos sensores y se terminará por el dispositivo GSM encargado de enviar los mensajes SMS.

El total de los componentes seleccionados para realizar este proyecto se listan a continuación:

- Dispositivo detector de movimiento.
- Dispositivo sensor de temperatura.
- Dispositivo pulsador manual.
- Dispositivo IOR-ATOM, pulsador de muñeca.
- Dispositivo Labjack U12.
- PC-Servidor.
- Dispositivo módem GSM.

4.2 Dispositivo detector de movimiento

4.2.1 Descripción.

Es un dispositivo basado en infrarrojos pasivos cuyo fin es detectar la presencia de alguien o algo en movimiento. Para ello incorpora un contador de pulsos programable, el cual genera una ráfaga de pulsos de alta intensidad a baja frecuencia a través de un led infrarrojo. Estos pulsos se reciben por un fototransistor cuando se reflejan en un objeto. Una vez se reciben estos pulsos en el fototransistor se emite una señal en diferencia de potencial hacia el exterior del dispositivo, dando a conocer la activación del mismo. El dispositivo elegido es de la marca Visonic, el modelo SRN-2000. Se muestra en la figura 4.2.1.1.



Figura 4.2.1.1

Las características más destacables de este dispositivo son:

- Ajuste horizontal y vertical de 30°.
- Altura de montaje entre 0 y 5 metros.
- Localizador visible del haz.
- Montaje en superficie, en esquina o empotrado.
- Relé silencioso.
- Tamper.
- Corriente baja de 17 mA.
- Voltaje de 9 – 16 VCC.

Las especificaciones eléctricas de este dispositivo son:

- Voltaje: 9 a 16 VDC.
- Consumo: 20 mA.
- Salida relé: normalmente cerrada, resistencia de 18 Ohm en serie entre los contactos.
- Periodo de la alarma: 2 a 3 segundos.
- Tamper. Normalmente cerrado, consumo 0.5 A resistivo/30 VCC.
- Detector: piroeléctrico dual.
- Control de alcance: ajustable desde el 100% a 50% del alcance nominal de la lente
- Contador de pulsos: programable a 1, 2 ó 3 pulsos.

- Montaje: superficial o en esquinas.

4.2.2 Ubicación.

La ubicación de este detector de movimiento será la habitación de la residencia, y su objetivo será el de avisar cuando haya o no movimiento dentro de este habitáculo. Una de las aplicaciones es detectar el máximo tiempo de no movimiento en la habitación.

4.2.3 Comunicación.

Este dispositivo detector de movimiento dispone de un relé que en estado de reposo es de circuito cerrado, al activarse el relé abre circuito emitiendo una señal eléctrica de 9 Voltios, ya que este dispositivo se alimentará por una batería de 9 Voltios. Esta salida se conforma por dos hilos de cobre, uno de estos hilos se conectará directamente a una de las entradas analógicas del dispositivo Labjack U12 etiquetada como AI1, mientras que el otro cable se conectará a uno de los conectores del dispositivo Laback U12 etiquetado como GND (Ground –masa). En la figura 4.2.3.1 se muestra cómo quedan interconectados estos dos dispositivos.

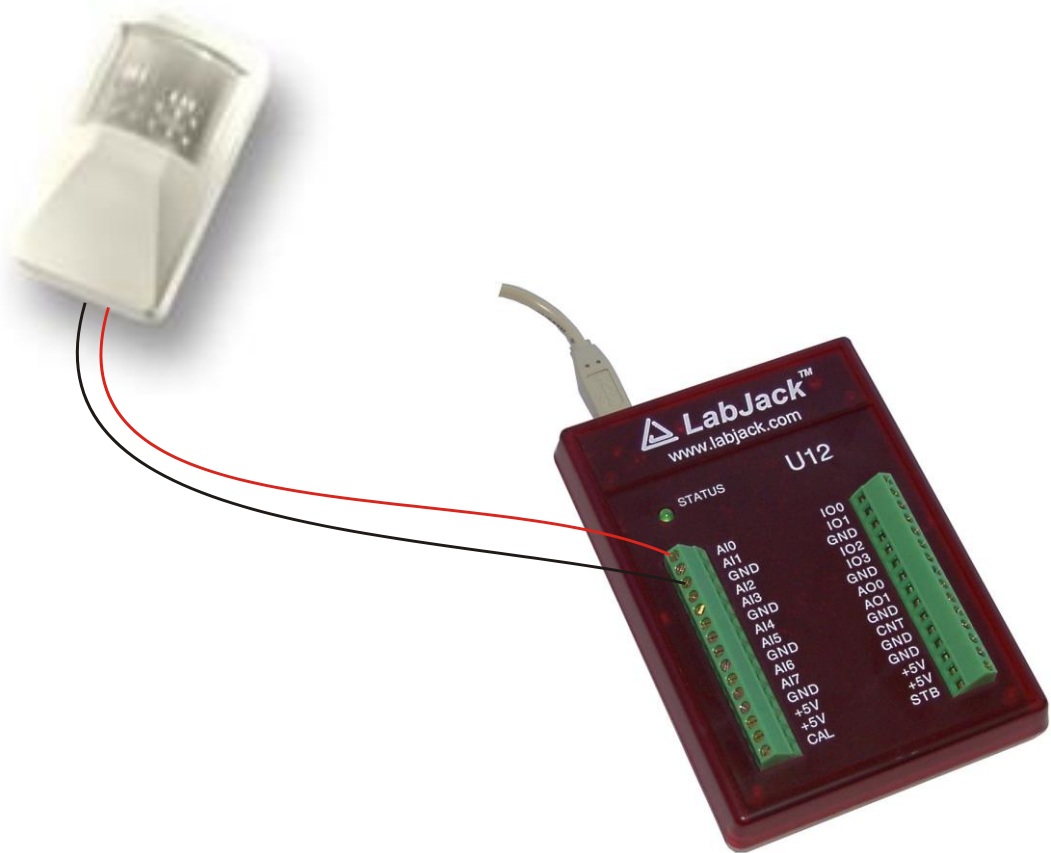


Figura 4.2.3.1

4.3 Dispositivo Pulsador manual

4.3.1 Descripción

Este dispositivo es el dispositivo más sencillo de los que conforman el sistema, ya que se trata de un sencillo interruptor momentáneo adaptado para su fácil pulsación. Es un interruptor momentáneo debido a que hay que mantener la pulsación para que los contactos estén unidos y permitan el paso de la corriente. Un ejemplo muy conocido de su uso puede ser los timbres de las casas. El dispositivo en concreto es el que se muestra en la figura 4.3.1.



Figura 4.3.1.1

4.3.2 Ubicación.

La ubicación escogida para este dispositivo es el cuarto de baño de la habitación. El uso de este dispositivo será en el caso que el residente no disponga de ningún sistema de aviso alternativo ante una caída o paralización similar cuando se encuentre en el interior del baño.

4.3.3 Comunicación.

Como se puede observar en la figura 4.3.3.1, dispone de tres conectores, uno de ellos será la conexión directa a masa por protección a las personas. Los otros dos conectores son los utilizados para el propio interruptor, de forma que tras una pulsación se produzca una circulación de corriente. Se usará bajo voltaje en este dispositivo para trabajar con cierta seguridad, el voltaje que se emitirá tras una pulsación será de 5 voltios. Estos 5 voltios los recibe directamente del dispositivo Labjack. De tal forma que al producirse una pulsación del dispositivo se recibirán 5 voltios lo que equivale a un “1”, es decir, una activación en digital. Tal y como muestra la figura 4.3.3.1

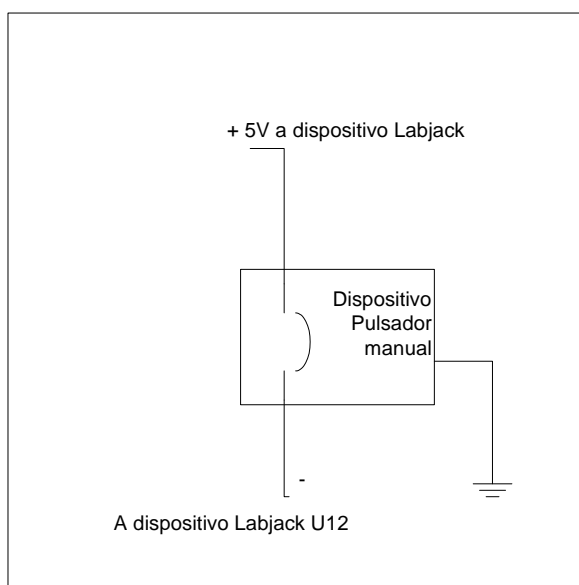


Figura 4.3.3.1

El conector mostrado en la figura como “+” se conectará a uno de los bornes de alimentación de 5 voltios del dispositivo Labjack, mientras que el conector mostrado como “-” se conectará al conector IO1 del dispositivo Labjack U12, que corresponde a una de las entradas digitales.

4.4 Dispositivos NEAT IOR-ATOM.

Estos dos dispositivos de NEAT son dispositivos de uso común en sistemas de servicios de Teleasistencia domiciliaria y en sistemas de Residencias de ancianos. A continuación se detallan cada uno de ellos independientemente.

4.4.1 Dispositivo NEAT ATOM.

4.4.1.1 Descripción.

Este dispositivo es una unidad de control remoto que dispone de un botón y cuya pulsación desencadena una activación vía radio.



Figura 4.4.1.1.1

En la figura 4.4.1.1.1 puede observarse el diseño anatómico de este dispositivo. Este dispositivo de pequeño tamaño puede colocarse bien en la muñeca tipo pulsera o bien en el cuello tipo colgante tal como muestra la figura 4.4.1.1.2.



Figura 4.4.1.1.2

Dispone de una batería de Litio que permite al ATOM tener una vida de hasta 10 años con dicha batería según el fabricante.

En su aplicación original se combina con otro dispositivo del mismo fabricante llamado NEO, la combinación entre ambos conforma un sistema de Teleasistencia domiciliaria y que también tiene aplicaciones en residencias. El dispositivo NEO es un terminal de comunicaciones que va conectado a una línea telefónica y está dotado de altavoz y micrófono de alta sensibilidad, de forma que, cuando se pulsa el botón del dispositivo ATOM, éste se comunica con el terminal NEO vía radio provocando que el terminal NEO se active y realice una llamada telefónica a un número programado en el propio dispositivo, por ejemplo, un centro de atención 24 horas. Una vez establecida la comunicación el usuario es capaz de mantener una perfecta comunicación de voz con el centro llamado. Esta es la aplicación original del fabricante, en este proyecto el uso del dispositivo ATOM será similar, pero no irá asociado o en combinación con el terminal NEO, sino que se combinará con otro dispositivo del mismo fabricante desarrollado para otras aplicaciones. Este es el dispositivo IOR.

4.4.1.2 Comunicación.

Como ya se ha comentado anteriormente, el dispositivo ATOM se comunicará por radiofrecuencia con otro dispositivo del mismo fabricante llamado IOR. Dicha comunicación se producirá con cada pulsación del botón del ATOM. El rango de frecuencia utilizado para esta comunicación es 869.200 – 869.250 Mhz en frecuencia Europea.

4.4.2 Dispositivo NEAT IOR

4.4.2.1 Descripción.

Este dispositivo es un transceptor de radio cuyo objetivo es monitorizar entradas y salidas cableadas. Su funcionamiento normal es que

cuando se active una de las entradas cableadas se envía una señal de radio a la unidad receptora, normalmente un terminal NEO. Por tanto es un equipo auxiliar para el dispositivo de Teleasistencia NEO. En este proyecto se utilizará de forma contraria, cuando se detecte un código de radio de un dispositivo ATOM se activará una salida cableada. Este dispositivo puede manejar has 5 entradas digitales y una salida. A su vez esta salida puede configurarse de tres formas distintas, como salida de pulsos, como salida de báscula de un estado a otro o bien como salida estática. Este dispositivo tiene la apariencia que se muestra en la figura 4.4.2.1.1.



Figura 4.4.2.1.1

Este dispositivo también dispone de su batería, en este caso recargable, además, se puede enchufar a la red eléctrica. El dispositivo es configurable por jumpers, para acceder a estos jumpers hay que abrir el dispositivo tal como se muestra en la figura 4.4.2.1.2

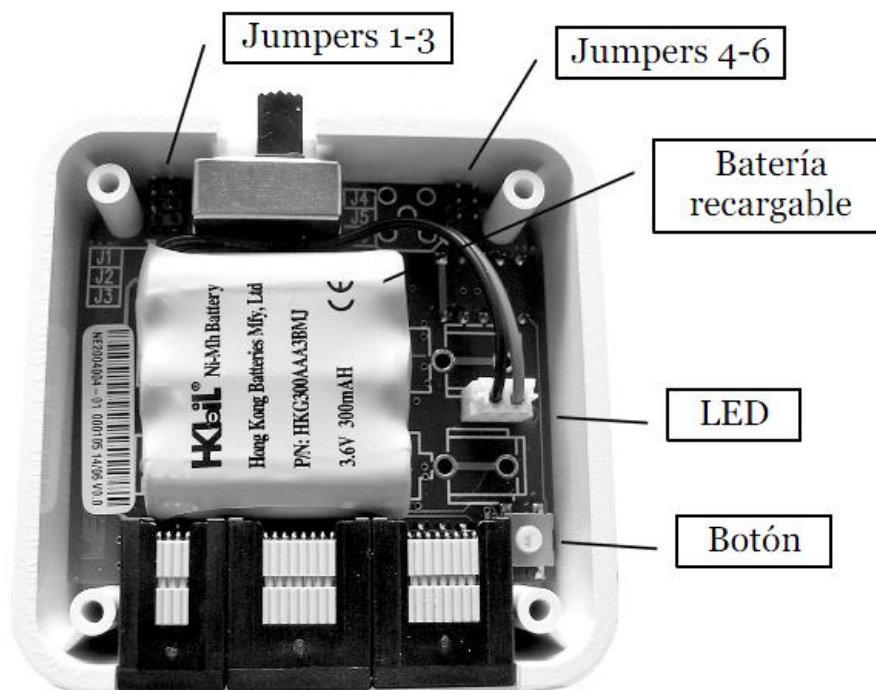


Figura 4.4.2.1.2

En el proceso de configuración también se utiliza el botón interior y el led muestra el estado del dispositivo. La configuración realizada a este equipo es que al detectar el código del dispositivo ATOM, esto es, cuando haya una pulsación del ATOM, se active la salida del IOR.

4.4.2.2 Comunicación.

Como ya se ha mencionado anteriormente este dispositivo recibe el código de radio del dispositivo ATOM, por tanto se comunica por radiofrecuencia con éste en la frecuencia especificada en el ATOM. Cuando el dispositivo IOR reciba dicha señal, activará la salida produciendo una salida estática, esto es un cierre de circuito. Dicha salida irá conectada de forma similar al dispositivo Pulsador manual explicado anteriormente, para provocar un voltaje de 3 V en el dispositivo Labjack cada vez que se produzca una activación del IOR

se realizará la siguiente configuración de conexiones según marca el manual del fabricante. Figura 4.4.2.2.1.

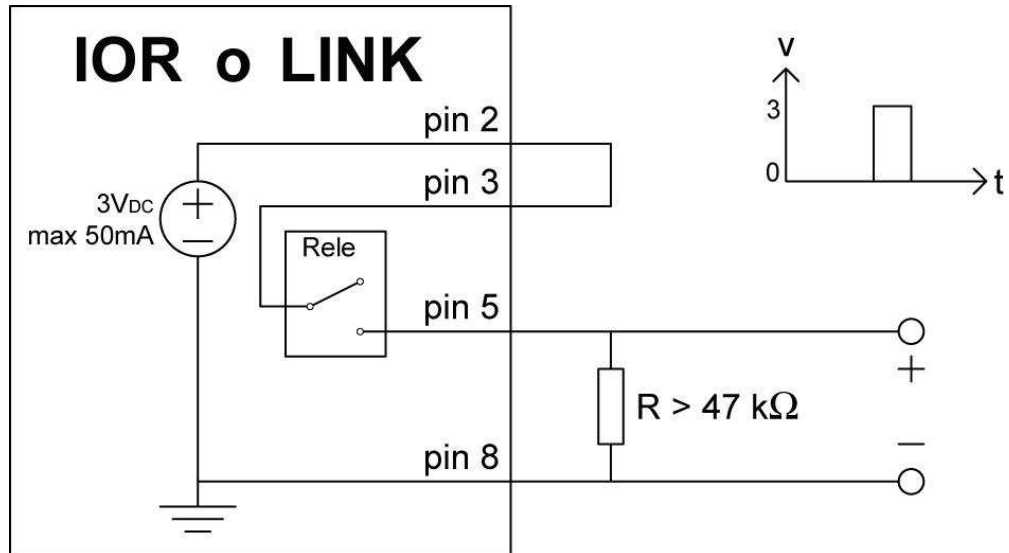


Figura 4.4.2.2.1

Donde “-“ irá conectado a un conector GND del dispositivo Labjack U12 y “+” irá conectado a un conector digital IO0..

4.5 Dispositivo Sensor de temperatura

4.5.1 Descripción.

Como dispositivo sensor de temperatura se ha implementado un sencillo circuito a través del cual se puedan obtener señales eléctricas que están relacionadas directamente con la temperatura ambiente del sensor. Los componentes utilizados para la realización de este circuito son:

- Placa perforada.
- 1 resistencia de 8,2 K Ω
- 1 potenciómetros de 10 K Ω .
- 1 sensor termométrico LM335.

En la Figura 4.5.1.1 se muestra el circuito implementado.

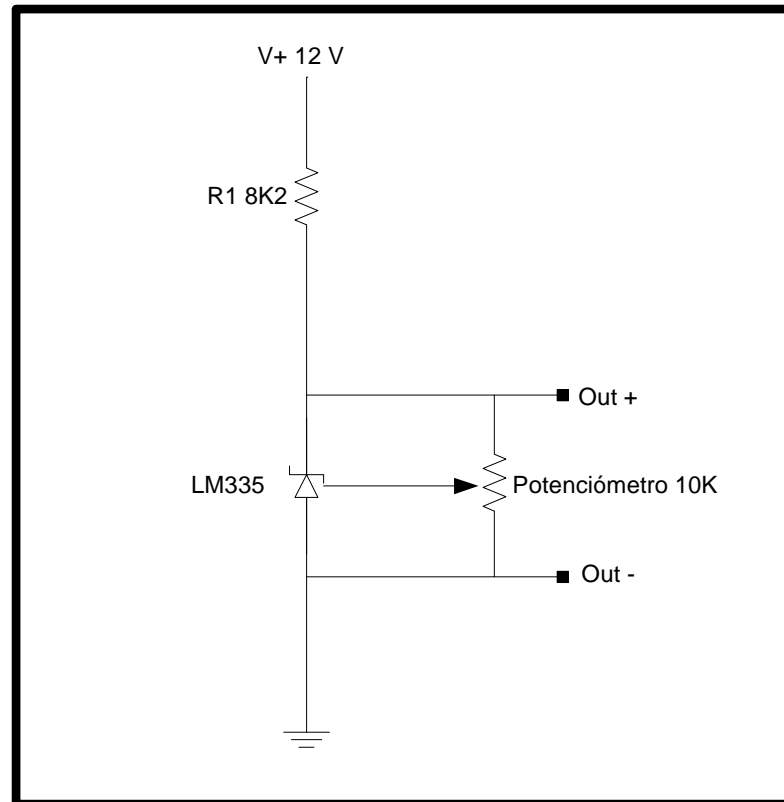


Figura 4.5.1.1

A continuación en la siguiente figura 4.5.1.2 se aprecia una fotografía del sensor de temperatura elaborado.

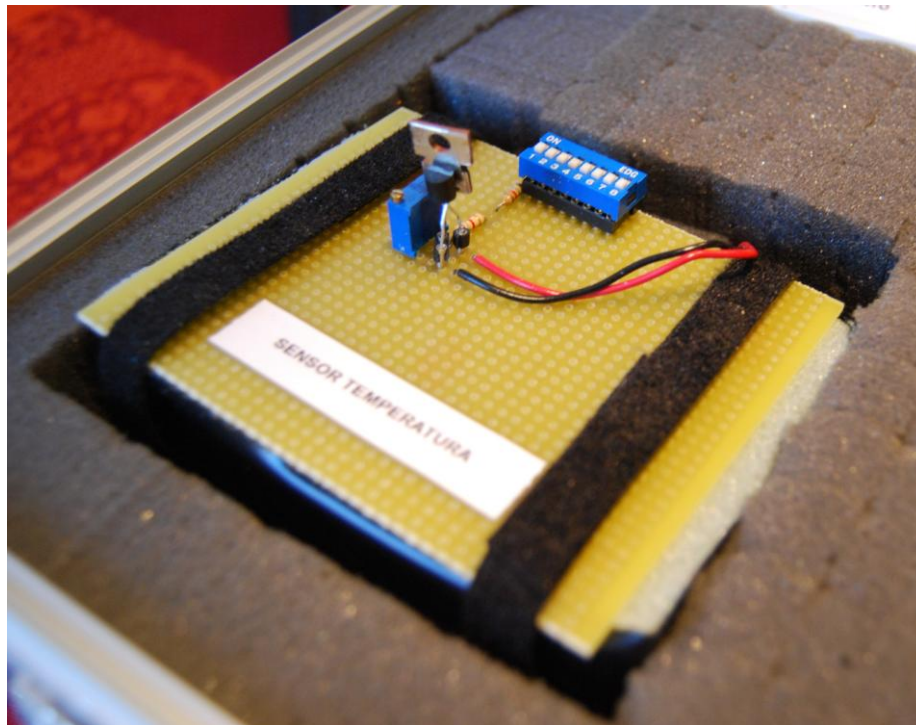


Figura 4.5.1.2

Hay que destacar las características que presenta el sensor de temperatura LM335:

- Opera como un zener cuya tensión de ruptura es proporcional a la T^a en la forma 10 mV/K .
- Con una impedancia dinámica menor de 1Ω opera en un rango de $400 \mu\text{A}$ a 5 mA sin prácticamente cambios en sus prestaciones.
- Cuando se calibra a 25°C el LM335 tiene un error típico menor a 1°C en un rango de 100°C .
- A diferencia de otros sensores el LM335 tiene una salida prácticamente lineal.
- Puede utilizarse en prácticamente cualquier aplicación que necesite medir T^a entre -55°C y $+150^\circ\text{C}$.
- Tiene una relación lineal entre la tensión ánodo-cátodo y la temperatura.

Según la hoja de características del componente sensor LM335, a una temperatura de 25° el voltaje en “Out +” debe ser de 2,98 V. De tal forma que se calibra el potenciómetro para obtener este valor de salida. Una vez calibrado y, sabiendo que existe una variación de 10 mV/K en los bornes a medir, se obtendrá de forma sencilla la temperatura en todo momento según la ecuación:

$$T(^{\circ}\text{C}) = (100 \cdot V_{\text{Out}+}) - 273$$

El circuito se alimentará con una fuente de alimentación de 12 voltios.

4.5.2 Comunicación.

El dispositivo sensor de temperatura se conecta directamente al dispositivo Labjack U12 a través de los bornes “Out +” y “Out –”. Estos bornes se conectarán a una entrada analógica del U12, el borne “Out +” se conectará a la entrada analógica AI0, mientras que el borne “Out –” se conectará al borne “GND” del Labjack U12.

4.6 Dispositivo Labjack U12

4.6.1 Descripción.

El U12 de Labjack es un dispositivo de control y de adquisición de datos portátil con conexión PC a través del puerto USB (Universal Serial Bus). Los datos obtenidos son tratados mediante software en un PC, en el caso de este proyecto en PC-Server. Es un dispositivo que no requiere alimentación, ya que lo hace a través del puerto USB (+5 V) lo que permite que, unido a un PC portátil pueda alimentarse de la batería del mismo en caso de fallo eléctrico y poder seguir funcionando normalmente hasta que esta batería se agote.

Las características más destacables de este dispositivo se exponen a continuación:

- 8 Entradas Analógicas Simples o 4 Diferenciales. Resolución 12-Bit. AI0-AI7.
- 2 Salidas Analógicas: AO0-AO1.
- Rango de entrada: ± 10 Voltios.
- Ganancias programables de 1, 2, 4, 5, 8, 10, 16, o 20 V/V.
- Frecuencia de muestreo de hasta 8 kMuestras/Segundo.
- 20 Digital I/O (hasta 50 Hz por I/O). 4 de ellas en los propios conectores en la parte superior del dispositivo y las 16 restantes I/O se realizarán a través del conector DB25 que lleva incorporado. Cada una de estas I/O se puede configurar en tres estados distintos: *input*, *output high* y *output low*. En caso de utilizar la conexión digital como entrada, al detectar un voltaje mayor que un valor predefinido, tomará como resultado un “1” (high), en caso de detectar un voltaje menor que el valor predefinido tomará como resultado un “0” (low). En el caso de utilizar la conexión como salida digital, si se da la instrucción para que la salida se encuentre en “1” (high) se producirá en la salida un voltaje entre 3.3 voltios y 5 voltios. En el caso de instrucción para que en la salida encuentre un “0” la salida se puenteará con masa (ground) y producirá 0 voltios.
- Contador de 32 bits.
- Conexión USB 2.0
- Se pueden conectar un máximo de 80 Labjack U12 a un mismo puerto USB.

Se puede apreciar una fotografía del dispositivo en la figura 4.6.1.1



Figura 4.6.1.1

4.6.2 Ubicación.

Este dispositivo puede encontrarse en dos ubicaciones distintas en el centro residencial. La primera opción es ubicarlo en la propia habitación de la residencia, lo que supondría dotar a la instalación de cables USB lo suficientemente largos como para conectarlo al PC-Server ubicado en una estancia lejana. Para resolver el problema de la extensión del cable USB se puede dotar a la instalación de conversores de USB a TCP/IP, de forma que se capturarían los datos del Labjack U12 a través de la red de datos en este caso. Lo que supondría dotar a la instalación del cableado de red de datos correspondiente. La otra opción es ubicar al dispositivo cerca del PC-Server, de forma que los cables a prolongar en este caso serían los que comunican a los dispositivos con el Labjack U12. Todos los dispositivos que se comunican con el Labjack U12 lo

hacen a través de un par de hilos. Para facilitar la instalación y no tener que prolongar varios cables de un par de hilos, se podría centralizar en una placa soldando todas las conexiones de todos los dispositivos de la habitación del centro y desde esta placa soldar una manguera de cables dotado de al menos los hilos correspondientes para poder llevar a cabo la instalación. Esta opción permitiría maniobrar con los dispositivos Labjack U12 sin tener que acceder a las habitaciones, por lo que sería mucho más flexible de cara al mantenimiento del sistema.

4.6.3 Comunicaciones.

Como ya se ha mencionado en varias ocasiones en este proyecto, este dispositivo se conecta por un lado a todos aquellos dispositivos sensores y por otro lado, este dispositivo se comunica con el ordenador PC-Server, donde reside el software de control y gestión de los dispositivos.

Para comunicar los dispositivos sensores con el Labjack U12 se utilizará un par de hilos de cobre por cada sensor. Teniendo en cuenta que todos los dispositivos sensores trabajan a 12 Voltios o menos, se podrá utilizar cualquier tipo de cable eléctrico existente en el mercado que posea dos hilos, por lo general de secciones comprendidas entre 0.3 y 3 mm.

Por otro lado, para comunicarse con el PC-Server se utilizará el puerto de comunicaciones USB (Universal Serial Port) del propio ordenador. A continuación se realiza una descripción de este sistema de comunicación.

El Universal Serial Bus (bus universal en serie) o Conductor Universal en Serie (CUS), abreviado comúnmente USB, es un puerto que sirve para conectar periféricos a una computadora. Fue creado en 1996 por siete empresas: IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC.

El diseño del USB tenía en mente eliminar la necesidad de adquirir tarjetas separadas para poner en los puertos bus ISA o PCI, y mejorar las capacidades plug-and-play permitiendo a esos dispositivos ser conectados o desconectados al sistema sin necesidad de reiniciar. Sin embargo, en aplicaciones donde se necesita ancho de banda para grandes transferencias de datos, o si se necesita una latencia baja, los buses PCI o PCIe salen ganando. Igualmente sucede si la aplicación requiere de robustez industrial. A favor del bus USB, decir que cuando se conecta un nuevo dispositivo, el servidor lo enumera y agrega el software necesario para que pueda funcionar.

El USB puede conectar los periféricos como ratones, teclados, escáneres, cámaras digitales, teléfonos móviles, reproductores multimedia, impresoras, discos duros externos, tarjetas de sonido, sistemas de adquisición de datos y componentes de red. Para dispositivos multimedia como escáneres y cámaras digitales, el USB se ha convertido en el método estándar de conexión. Para impresoras, el USB ha crecido tanto en popularidad que ha desplazado a un segundo plano a los puertos paralelos porque el USB hace mucho más sencillo el poder agregar más de una impresora a una computadora personal.

Algunos dispositivos requieren una potencia mínima, así que se pueden conectar varios sin necesitar fuentes de alimentación extra. La gran mayoría de los concentradores incluyen fuentes de alimentación que brindan energía a los dispositivos conectados a ellos, pero algunos dispositivos consumen tanta energía que necesitan su propia fuente de alimentación, no es el caso del Labjack U12. Los concentradores con fuente de alimentación pueden proporcionarle corriente eléctrica a otros dispositivos sin quitarle corriente al resto de la conexión (dentro de ciertos límites).

El símbolo de USB es el que aparece en la Figura 4.6.3.1 junto a una fotografía del conector.

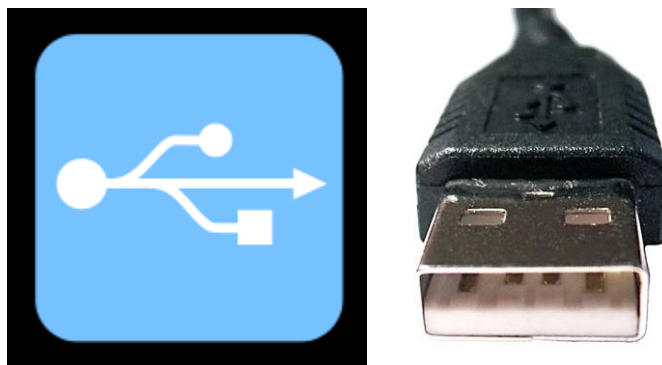


Figura 4.6.3.1

Los dispositivos USB, en cuanto a su velocidad de transferencia de datos se clasifican en cuatro tipos según:

- Baja velocidad (1.0): Tasa de transferencia de hasta 1,5 Mbps (192 KB/s) o simplemente más dependiendo la subversion. Utilizado en su mayor parte por dispositivos de interfaz humana (Human interface device, en inglés) como los teclados, los ratones, hornos microondas y artículos del hogar.
- Velocidad completa (1.1): Tasa de transferencia de hasta 12 Mbps (1'5 MB/s), según este estándar pero se dice en fuentes independientes que habría que realizar nuevamente las mediciones. Ésta fue la más rápida antes de la especificación USB 2.0, y muchos dispositivos fabricados en la actualidad trabajan a esta velocidad. Estos dispositivos dividen el ancho de banda de la conexión USB entre ellos, basados en un algoritmo de impedancias LIFO.
- Alta velocidad (2.0): Tasa de transferencia de hasta 480 Mbps (60 MB/s) pero por lo general de hasta 125Mbps (16MB/s).
- Super alta velocidad (3.0): Actualmente se encuentra en fase experimental y tiene una tasa de transferencia de hasta 4.8 Gbps

(600 MB/s). Esta especificación será diez veces más veloz que la anterior 2.0. La velocidad del bus será diez veces más rápida que la del USB 2.0 debido a que incluye 5 conectores extra.

Las señales del USB se transmiten en un cable de par trenzado con impedancia característica de $90 \Omega \pm 15\%$, cuyos hilos se denominan D+ y D-.⁴ Estos, colectivamente, utilizan señalización diferencial en full dúplex para combatir los efectos del ruido electromagnético en enlaces largos. D+ y D- suelen operar en conjunto y no son conexiones simples. Los niveles de transmisión de la señal varían de 0 a 0'3 V para bajos (ceros) y de 2'8 a 3'6 V para altos (unos) en las versiones 1.0 y 1.1, y en ± 400 mV en alta velocidad (2.0). En las primeras versiones, los alambres de los cables no están conectados a masa, pero en el modo de alta velocidad se tiene una terminación de 45Ω a tierra o un diferencial de 90Ω para acoplar la impedancia del cable. Este puerto sólo admite la conexión de dispositivos de bajo consumo, es decir, que tengan un consumo máximo de 100 mA por cada puerto; sin embargo, en caso de que estuviese conectado un dispositivo que permite 4 puertos por cada salida USB (extensiones de máximo 4 puertos), entonces la energía del USB se asignará en unidades de 100 mA hasta un máximo de 500 mA por puerto.

4.7 Dispositivo Módem GSM Audiotel Modex.

4.7.1 Descripción.

El dispositivo Audiotel Modex es un módem GPRS compatible con todos los servicios disponibles en red mediante conexión por puerto USB Mini-B y dispone de un lector de tarjeta SIM y de dos leds que proporcionan

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

información visual del estado del módem. Las funciones básicas de este módem son:

- Envío y recepción de datos/fax.
- Envío y recepción de SMS.
- Llamadas de voz.
- Acceso a internet.

Se alimenta directamente del PC al que se encuentra conectado a través del puerto USB. Además el módem está dotado de una antena integrada. En la Figura 4.7.1.1 se puede observar una fotografía del dispositivo.



Figura 4.7.1.1

Las características técnicas proporcionadas por el fabricante son.

Características Generales:

- Dual-Band GSM 900/1800 MHz
- GPRS multislots class 8
- Compliant to GSM phase 2/2+

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

- Output power:
 - Class 4 (2 W) for EGSM900
 - Class 1 (1 W) for EGSM1800
- Control via AT commands GSM 07.05 and GSM 07.07

GPRS connectivity

- Multislot class 8
- Mobile station class B
- Max 85.6 kbps downlink, 21.4 kbps uplink
- PBBCH support
- Coding schemes 1-4
- PPP-stack

Alimentación

- A través del puerto USB
- No se requiere fuente de alimentación externa

Características mecánicas

- USB connector (in compliance with USB 1.1 standard)
- Audio connector
- 3V Plug-in SIM reader
- Status modem LED (GPRS tx/rx) and status USB port LED

Standards

- EN60950:2000 (Health and Safety)
- ETS 301 489-7 v1.2.1 (EMC)
- 3GPP TS 51.010-1, v5.1.0 (12/2002), EN 301 511, v9.0.2 (final draft)
(RF Spectrum Efficiency)

4.7.2 Comunicación.

Tal y como se ha descrito anteriormente este dispositivo se conecta al PC-Server a través de un puerto USB. Al instalar los drivers del fabricante de dicho dispositivo en el PC-Server se crea un conversor de puertos USB-COM, de tal forma que la comunicación con este dispositivo se realiza a través de un puerto serie COM. Los datos de configuración del puerto serie a través del cual se va a comunicar con este dispositivo son los que se muestran en la figura 4.7.2.1.

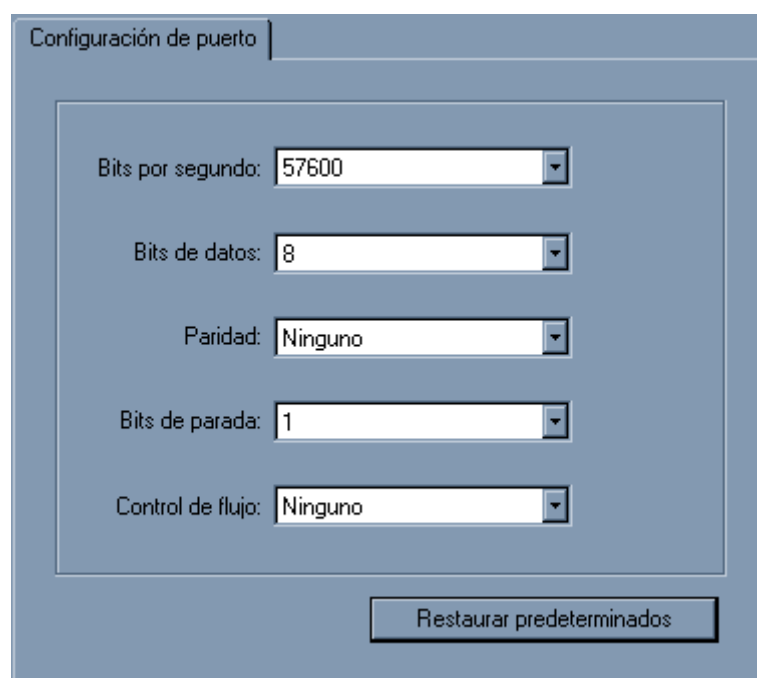


Figura 4.7.2.1

Una vez establecida la comunicación con el módem a través de este puerto serie generado, el envío de instrucciones al módem se realizará a través de comandos AT. Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación con un terminal modem. En este proyecto se utilizará un juego de comandos AT existente para telefonía móvil GSM. Los comandos AT para telefonía móvil GSM permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y

escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal. En este proyecto se utilizarán los comandos AT necesarios de configuración del módem y los comandos AT necesarios para el envío de SMS. En siguientes capítulos se detallará su uso en este proyecto.

5 ARQUITECTURA DEL SOFTWARE.

5.1 Introducción.

En este capítulo se presenta una descripción en detalle del Software de gestión desarrollado para el correcto funcionamiento del sistema. Se describirá la arquitectura de software desarrollada, así como las herramientas de desarrollo utilizadas para la elaboración del mismo. Por último se proporciona un manual de uso del software.

Para el desarrollo del software se ha escogido un lenguaje de programación orientada a objetos, en concreto C#. Mientras que el entorno de desarrollo escogido fue Microsoft Visual Studio 2008.

5.2 Programación Orientada a Objetos (POO)

La orientación a objetos es un paradigma de programación que facilita la creación de software de calidad por sus factores que potencian el mantenimiento, la extensión y la reutilización del software generado bajo este paradigma.

La programación orientada a objetos trata de amoldarse al modo de pensar del hombre y no al de la máquina. Esto es posible gracias a la forma racional con la que se manejan las abstracciones que representan las entidades del dominio del problema, y a propiedades como la jerarquía o el encapsulamiento.

El elemento básico de este paradigma no es la función (elemento básico de la programación estructurada), sino un ente denominado objeto. Un objeto es la representación de un concepto para un programa, y contiene toda la información necesaria para abstraer dicho concepto: los datos que

describen su estado y las operaciones que pueden modificar dicho estado, y determinan las capacidades del objeto.

En el lenguaje orientado a objetos, los programas están formados por objetos, que combinan procedimientos con los datos sobre los que actúan. Estos objetos se organizan jerárquicamente en clases, que hacen que los datos y procedimientos de dichas clases puedan ser heredados por sus descendientes. Los procedimientos son programas que pueden utilizar o modificar los datos de la clase.

El lenguaje orientado a objetos tiene tres características básicas: debe estar basado en objetos, en clases y ser capaz de tener herencia de clases.

La programación orientada a objetos (OOP) es una forma de programación alternativa a la tradicional programación estructurada. La orientación a objetos promete grandes mejoras en la forma de diseño, desarrollo y mantenimiento de software, y ofrece una solución a los problemas que históricamente han lastrado el desarrollo de software: la falta de portabilidad del código y reusabilidad, código que es difícil de modificar, ciclos de desarrollo largos y técnicas de codificación no intuitivas.

5.2.1 Objetos.

Los objetos son los elementos fundamentales de la programación orientada a objetos. Es un conjunto complejo de datos y programas bien estructurados y que forman parte de una organización. Su estructura puede ser considerada como una especie de cápsula dividida en tres partes: *Relaciones*, *Propiedades* y *Métodos*.

5.2.1.1 Relaciones.

Son los enlaces que permiten que el objeto se inserte en la organización y consisten esencialmente en punteros a otros objetos.

Existen dos tipos fundamentales: las Relaciones Jerárquicas y las Relaciones Semánticas.

- *Relaciones Jerárquicas*: son relaciones bidireccionales, en las cuales un objeto es padre de otro cuando se encuentra situado inmediatamente encima de él, siendo este último a su vez hijo del primer objeto. Este tipo de relaciones será simple o compleja según si los objetos tienen uno o varios padres respectivamente.
- *Relaciones Semánticas*: son relaciones que no tienen nada que ver con la organización de la que forman parte los objetos que las establecen. Sus propiedades y consecuencias solo dependen de los objetos en sí mismos y no de su posición en la organización.

5.2.1.2 Propiedades.

Todo objeto puede tener cierto número de propiedades, cada una de las cuales tendrá a su vez uno o varios valores. Serían el equivalente a las clásicas “variables” de la programación estructurada. Las propiedades son datos encapsulados dentro del objeto, junto con los métodos o procedimientos (programas) y las relaciones (punteros a otros objetos). Estas propiedades pueden ser un único valor o estar más o menos estructuradas en matrices, vectores, listas, etc.

Al poder estas propiedades ser heredadas, se pueden distinguir dos tipos:

- *Propiedades propias*: están dentro de la cápsula del objeto.
- *Propiedades heredadas*: están definidas en un objeto diferente, antepasado de éste. Son también llamadas propiedades miembro, ya que el objeto que las posee las tiene por el simple hecho de ser miembro de una clase.

5.2.1.3 Métodos.

Son operaciones que realizan acceso a los datos. Se podrían definir como un programa procedimental escrito en cualquier lenguaje, que está asociado a un objeto determinado y cuya ejecución sólo puede desencadenarse a través de un mensaje recibido por éste o por sus descendientes. Estos métodos, al ser programas, podrían admitir argumentos o parámetros. Al igual que las propiedades, también pueden ser heredados, con lo que existirán análogamente métodos propios y métodos heredados (también llamados métodos miembro), según si están incluidos dentro de la cápsula del objeto o bien son heredados por ser miembros de alguna clase.

5.2.2 Clases.

Las clases son declaraciones de objetos aunque también se podrían definir como abstracciones de objetos. Esto quiere decir que la definición de un objeto es la clase. Cuando se programa un objeto y se definen sus características y funcionalidades en realidad lo que se está haciendo es programar una clase.

5.2.2.1 Propiedades en clases.

Las propiedades o atributos son las características de los objetos. Cuando se define una propiedad normalmente se especifica su nombre y su tipo. En este caso, las propiedades son las de las variables donde se almacenan los datos de los objetos.

5.2.2.2 Métodos en las clases.

Son las funcionalidades asociadas a los objetos. Cuando se programan las clases se llaman métodos. Los métodos son las funciones que están asociadas a un objeto.

5.2.3 Encapsulamiento

Significa reunir a todos los elementos que pueden considerarse pertenecientes a una misma entidad, al mismo nivel de abstracción. Esto permite aumentar la cohesión de los componentes del sistema. Algunos autores confunden este concepto con el principio de ocultación, principalmente porque se suelen emplear conjuntamente.

5.2.4 Polimorfismo

Comportamientos diferentes, asociados a objetos distintos, pueden compartir el mismo nombre, al llamarlos por ese nombre se utilizará el comportamiento correspondiente al objeto que se esté usando. O dicho de otro modo, las referencias y las colecciones de objetos pueden contener objetos de diferentes tipos, y la invocación de un comportamiento en una referencia producirá el comportamiento correcto para el tipo real del objeto referenciado.

5.2.5 Herencia

Las clases no están aisladas, sino que se relacionan entre sí, formando una jerarquía de clasificación. Los objetos heredan las propiedades y el comportamiento de todas las clases a las que pertenecen. La herencia organiza y facilita el polimorfismo y el encapsulamiento permitiendo a los objetos ser definidos y creados como tipos especializados de objetos preexistentes. Estos pueden compartir y extender su comportamiento sin tener que volver a implementarlo. Esto suele hacerse habitualmente agrupando los objetos en clases y éstas en árboles o enrejados que reflejan un comportamiento común. Cuando un objeto hereda de más de una clase se dice que hay herencia múltiple.

5.3 Arquitectura del Software.

Este software es un desarrollo que se ha diseñado desde el inicio de forma que pueda ser escalable. Se ha optado por un diseño de programación por capas. De forma que se ha separado la capa de presentación y capa lógica de negocios de la capa de datos. La programación por capas es un estilo de programación en el que el objetivo primordial es la separación de la lógica de negocios de la lógica de diseño; un ejemplo básico de esto consiste en separar la capa de datos de la capa de presentación al usuario. De esta forma se tienen las siguientes capas: capa de datos, capa de negocios (lógica) y capa de presentación. En la figura 5.3.1 se muestra un estilo de programación por capas:

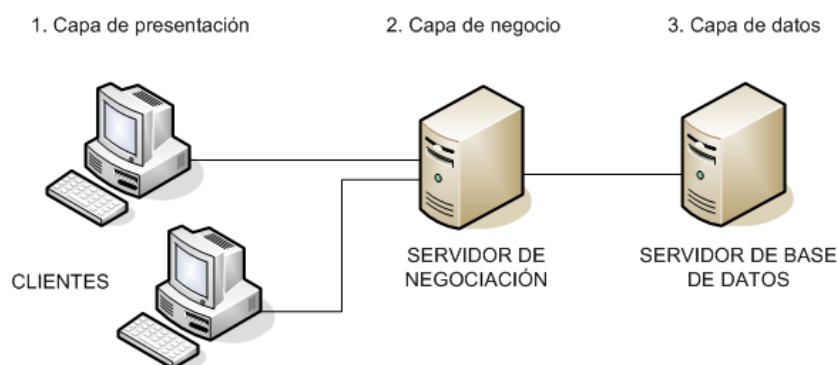


Figura 5.3.1

La ventaja principal de este estilo de programación es que el desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles y, en caso de que sobrevenga algún cambio, sólo se ataca al nivel requerido sin tener que revisar entre código mezclado. En el diseño de sistemas informáticos actual se suele usar las arquitecturas multinivel o Programación por capas. En dichas arquitecturas a cada nivel se le confía una misión simple, lo que permite el diseño de arquitecturas escalables.

5.3.1 Capa de Datos

Es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

5.3.2 Capa de presentación

Es la que ve el usuario (también se la denomina "capa de usuario"), presenta el sistema al usuario, le comunica la información y captura la información del usuario en un mínimo de proceso (realiza un filtrado previo para comprobar que no hay errores de formato). Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio. También es conocida como interfaz gráfica y debe tener la característica de ser "amigable" (entendible y fácil de usar) para el usuario.

5.3.3 Capa de negocios

Es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se denomina capa de negocio (e incluso de lógica del negocio) porque es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos para almacenar o recuperar datos de él. También se consideran aquí los programas de aplicación.

Este desarrollo en concreto cuenta con dos capas, una capa de datos y una capa de presentación y de lógica de negocios, de forma que podemos decir que la arquitectura de la solución es de dos capas y un

nivel, ya que reside en un mismo ordenador. En caso de tener los datos en otro ordenador se denominaría dos capas y dos niveles.

5.3.4 Diagrama de bases de datos

En cuanto a los datos se refiere el software necesita de ficheros de provisión de datos y de bases de datos donde el software debe introducir los datos de salida, de forma que podemos distinguir bases de datos de provisión y bases de datos de salida de datos. Además se utiliza una tabla de base de datos intermedia utilizada para la configuración de los dispositivos.

En la figura 5.3.4.1 se puede observar el diagrama de bases de datos del desarrollo.

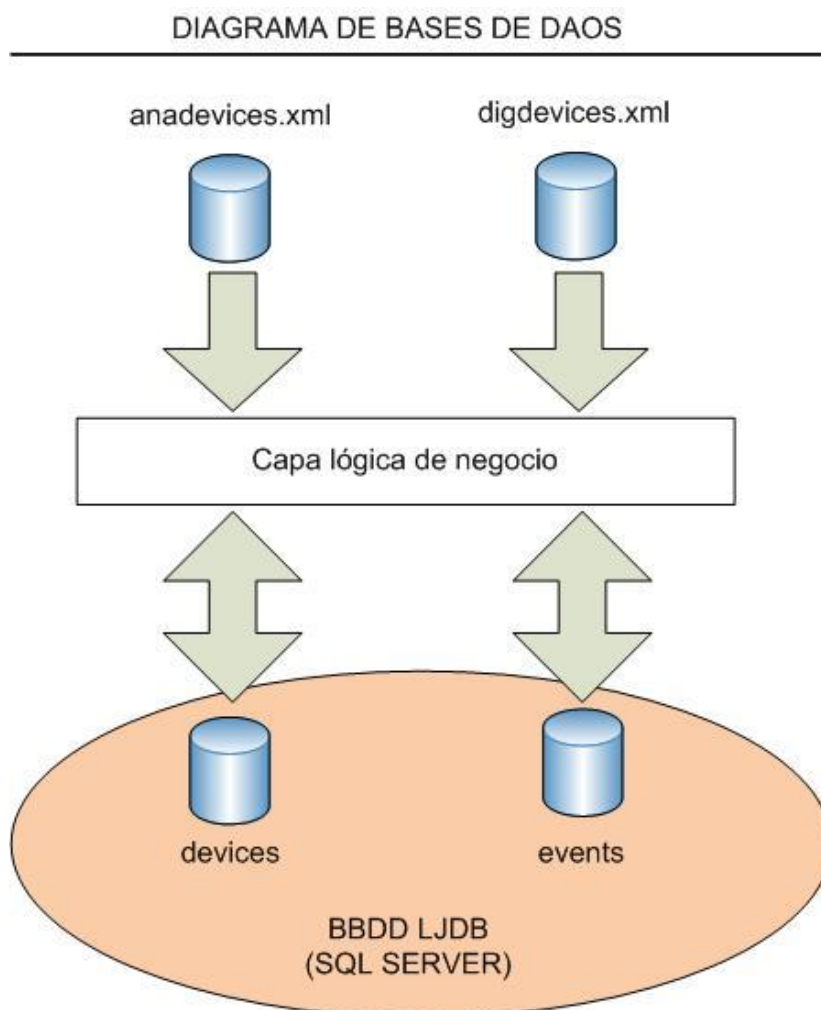


Figura 5.3.4.1

Para la provisión de datos se utilizan dos ficheros en formato XML (Extensible Markup Language - lenguaje de marcas extensible), estos ficheros son: `anadevices.xml` y `digdevices.xml`, el primer fichero es un almacén de dispositivos analógicos, mientras que el segundo es el almacén de dispositivos digitales. En caso de querer añadir un dispositivo tanto analógico como digital se deberán editar dichos ficheros y modificarlos. Estos ficheros son leídos al iniciar el software.

La base de datos (BBDD) LJDB (Labjack Database) aloja dos tablas: `devices` y `events`. La tabla `devices` se utiliza de intercambio de

información durante el uso del software, es decir, la configuración de dispositivos que se realiza se guarda en esta tabla, cada vez que se inicia el software se lee la tabla completamente para leer la última configuración. Si se realiza alguna modificación en la configuración y se guardan los cambios, estos cambios se almacenan de nuevo en esta tabla. La tabla events se utiliza para escribir las alertas generadas por el sistema, de forma que todas las alertas queden registradas en esta tabla. A su vez esta tabla es leída por la capa de presentación o de usuario, con el objetivo de presentarle los datos al usuario.

5.3.5 Diagrama lógico de la aplicación

A continuación, en la Figura 5.3.5.1 se presenta un gráfico con el diagrama lógico de la aplicación.

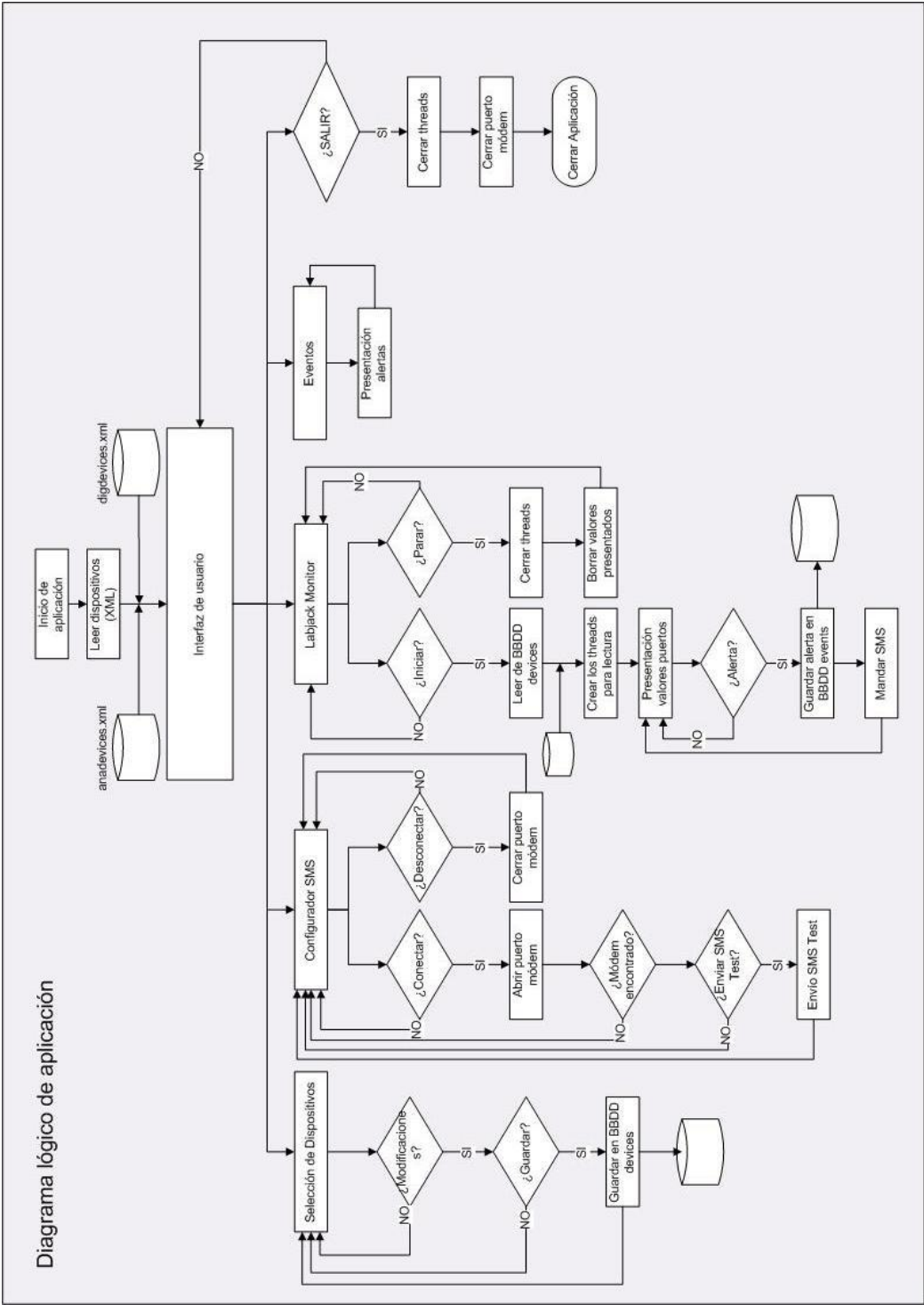


Figura 5.3.5.1

Una vez presentado el gráfico anterior, resulta más sencillo entender el funcionamiento lógico interno del programa. A continuación se explican cada una de las ramas de este diagrama.

- Inicio de la aplicación. Al iniciar la aplicación, el primer proceso que se hace es leer los dispositivos existentes de las bases de datos, estas bases de datos las conforman dos ficheros XML (Extensible Markup Language). Una vez leídos estos ficheros se presenta en pantalla la interfaz de usuario. Una vez terminado este proceso se crea en pantalla la interfaz de usuario.
- Interfaz de usuario. Es la ventana a través de la cual el usuario podrá configurar, y monitorizar el sistema. En esta interfaz siempre se tendrá la opción de navegar entre las cuatro pestañas disponibles y pulsar el botón SALIR.
- En pestaña principal no hay opciones que elegir.
- Pestaña “Selección de Dispositivos”, en esta pestaña el usuario podrá realizar modificaciones en la configuración de dispositivos, en caso de no realiza modificaciones no se realizará ninguna acción, en caso de hacer modificaciones, el usuario podrá guardar o no, los cambios realizados. En caso de no guardar cambios no se realiza ninguna acción. Si se guardan cambios se actualizará la tabla “devices” de la base de datos LJDB en SQL.
- Pestaña “Configurador SMS”, en esta pestaña se realizan los procesos necesarios para la configuración del Módem SMS. Como primer paso hay que elegir el puerto serie al cual está conectado el modem, una vez elegido éste se podrá conectar, si no se conecta no se produce ninguna acción, si se conecta se abre el puerto serie estableciendo los parámetros de conexión: bits por segundo, bits de datos, paridad, bis de parada y control de flujo. A su vez se manda un comando AT para comprobar el estado del modem. Si el módem contesta correctamente queda

establecida la conexión en caso contrario habrá un mensaje de error. Una vez conectado el módem se tiene la opción de enviar un SMS de Test, esta acción escribe en el módem los comandos AT necesarios para el envío de dicho SMS. Por último se puede seleccionar “Desconectar”, esta acción realiza el proceso de cerrar el puerto serie abierto anteriormente.

- Pestaña “Labjack Monitor”. En esta pestaña se decide si iniciar o no la lectura de los puertos para monitorizar los dispositivos. Una vez seleccionado el botón “Iniciar” se lee de la tabla “devices” para leer la configuración establecida. Una vez leída la configuración se crean los “threads” (hilos) para la lectura de los puertos. Se creará un hilo por puerto, y su lógica aplicada es la misma para los puertos analógicos y para los puertos digitales. Una vez creados los hilos se presentarán en pantalla los datos obtenidos de la lectura de los mismos. En caso de los dispositivos analógicos, en cuanto uno de los valores obtenidos de la lectura de los puertos sobrepase los valores establecidos en su configuración se producirá una alarma. En caso de los dispositivos digitales, esta alarma se genera por la activación de los mismos. Al detectarse una alarma se guarda en la tabla “eventos” de la base de datos LJDB de SQL dicha alarma indicando la fecha y el mensaje de la alarma que se ha establecido para el dispositivo alarmado.

Si se activa el botón “Parar” se procede al cierre de los threads (hilos) abiertos para la lectura de los puertos y se borran los datos presentados en pantalla.

- Pestaña “Eventos”, en esta pestaña no hay ninguna acción a realizar, simplemente se muestran las alarmas generadas por el sistema.

- Botón “SALIR”, una vez activado este botón se procede al cierre de los threads de lectura, se borran los datos presentados en pantalla, se cierra el puerto serie conectado al módem y finalmente se cierra la aplicación.

5.3.6 Estructura interna del software.

Para llevar a cabo el diseño interno del software se ha tenido en cuenta la forma de conexionado de los dispositivos, de forma que se ha realizado una estructura de clases a imagen y semejanza del conexionado de hardware. A continuación se presenta la Figura 5.3.6.1, en la cual se observa el diagrama de clases.

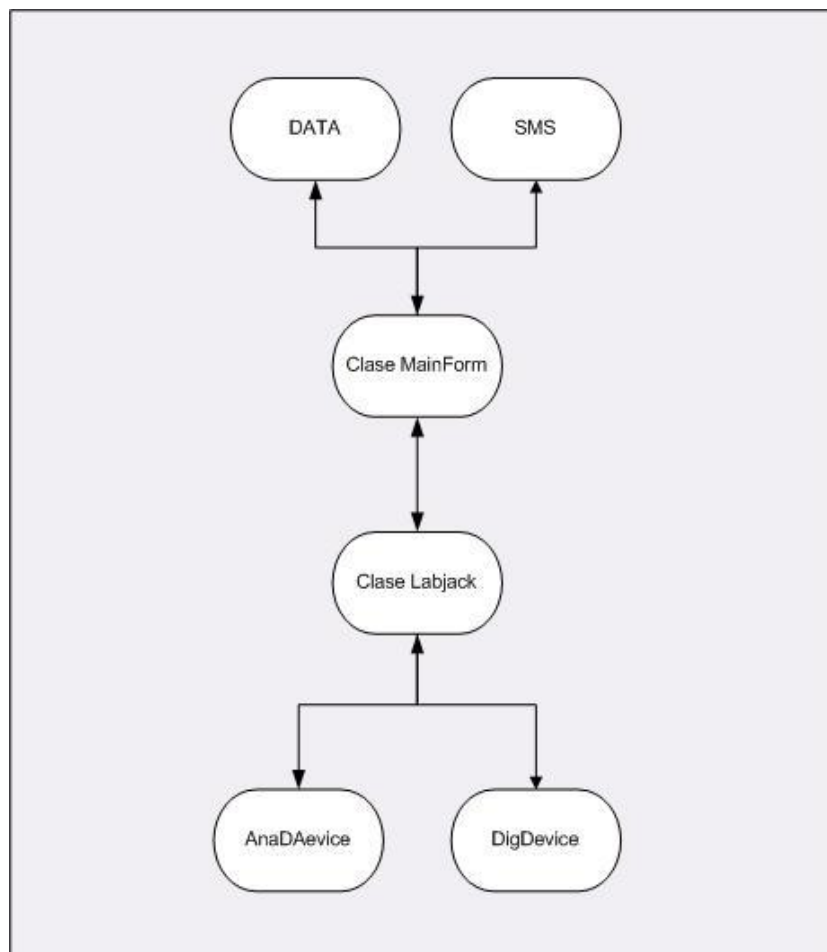


Figura 5.3.6.1

Como se puede comprobar, tal y como ocurre con el conexionado físico, se ha creado una clase para los dispositivos analógicos AnaDevice, otra clase para los dispositivos digitales DigDevice, estas clases reportan directamente a la clase Labjack, tal y como ocurre a nivel físico. Por otro lado, la clase Labjack reporta directamente a la clase principal MainForm, clase que proporciona el comportamiento en tiempo de ejecución de los formularios. Esta clase a su vez, interfiere con las clases Data y SMS. Siendo la clase DATA la clase donde se ejecutan las instrucciones de acceso a las Bases de Datos y la clase SMS la clase de control del módem GSM.

Durante el desarrollo del software se han encontrado diversos obstáculos, entre los cuales merecen la pena destacar tres de ellos: lectura de los puertos del dispositivo Labjack, cómo resolver la lectura simultánea de los puertos seleccionados y finalmente la comunicación con el módem GSM.

En el primer caso, lectura de los puertos del dispositivo Labjack, se añadieron las librerías correspondientes del fabricante al proyecto software, se referenciaron en el proyecto y se utilizaron, se crearon dos métodos distintos para la lectura de puertos analógicos y para la lectura de puertos digitales. Ver ANEXO A. En este fragmento de código se puede observar cómo se realiza la lectura tanto de puertos digitales como de puertos analógicos. Se crearon las variables necesarias para dicho método.

En el segundo caso, cómo resolver la lectura simultánea de los puertos seleccionados. Para este caso como primera opción se planteó de alguna forma realizar un loop entre los puertos seleccionados, pero

finalmente se utilizaron hilos o threads. Un Thread es un mecanismo que permite a una aplicación realizar varias tareas a la vez de manera concurrente. De esta forma se crea un objeto thread por cada puerto que se desea leer. En el ANEXO B se puede observar el fragmento de código que crea los objetos threads para la lectura de los puertos analógicos y en el ANEXO C el fragmento de código que crea los puertos digitales.

Por último, cómo resolver la comunicación con el módem GSM, se han tenido que emplear comandos AT. Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MODEM. Los comandos AT fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un MODEM para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo. Los comandos AT fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un MODEM para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de attention. Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, permiten acciones tales

como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal. En el ANEXO D se observa el fragmento de código del método que hace que se envíe un SMS por comandos AT.

6 INSTALACIÓN Y MANUAL DEL SOFTWARE.

6.1 Introducción

Con el objetivo de gestionar y administrar de forma integral el sistema propuesto hasta ahora, se ha desarrollado una interfaz gráfica a través de la cual se puedan realizar distintas configuraciones de dispositivos en una habitación residencial y, a su vez, se pueda realizar un almacenado de las alertas generadas por cada uno de los dispositivos. Gracias a esta herramienta software se podrán configurar los dispositivos analógicos y/o digitales que se instalarán en la habitación residencial. Se podrán establecer valores mínimos y máximos para cada uno de los dispositivos analógicos a partir de los cuales se desea que el sistema genere una alerta. Se podrá configurar el sistema de alertas a través de un modem GSM y se establecerá el número de teléfono que se desea reciba dichas alertas por mensajería móvil (SMS). Se podrá monitorizar en tiempo real los valores enviados por cada dispositivo y se mostrarán en pantalla. Por último se podrán realizar consultas de cuándo se han producido las alertas y qué dispositivo las ha generado. De tal forma que, de forma resumida esta herramienta permite:

- Configuración de los dispositivos del sistema
- Configuración del sistema de alertas vía SMS
- Monitorización del estado de los dispositivos
- Consulta de alertas generadas

En este capítulo se explicará más detalladamente su funcionamiento, los requerimientos técnicos del sistema, su entorno de desarrollo y su estructura.

6.2 Requerimientos del Sistema

Durante el proceso de desarrollo del Software Comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos (CGAARA) se ha utilizado un Notebook con las siguientes características técnicas:

- Intel® Core™2 CPU T7200 2 GHz.
- 3 GB RAM
- Sistema Operativo Microsoft Windows XP Profesional Versión 2002 Service Pack 3.
- Drivers originales del dispositivo Labjack U12 1.21.
- Al menos dos puertos USB
- Microsoft .NET Framework 3.5 SP1
- Drivers originales y recomendados del fabricante del Modem GSM Audiotel Modex.
- Microsoft SQL 2005.

6.3 Instalación del Software CGAARA

El software consta de una serie de archivos que deben ser copiados todos dentro de un mismo directorio, sin ninguna ruta específica para este directorio. Los archivos a copiar serán:

- Anadevices.xml
- AxInterop.LJACKUWXLlib.dll
- Digdevices.xml
- Interop.LJACKUWXLlib.dll
- LabJackCS.exe
- LabJackCS.exe.config
- LabJackCS.pdb
- LabJackCS.vshost.exe
- LabJackCS.vshost.exe.config
- LabJackCS.vshost.exe.manifest

- LJDB.sdf
- LJDB.bak (Copia de seguridad de la base de datos inicial)

Por otro lado y debido a que es necesaria una base de datos basada en Microsoft SQL 2005 se deberá crear una base de datos llamada LJDB y sus correspondientes tablas que se detallarán más adelante o bien importar la base de datos de la copia de seguridad inicial de la misma en Microsoft SQL Server 2005.

Se establecerá un usuario y contraseña para dicho SQL Server, dicho usuario y contraseña así como el nombre del equipo donde se esté realizando la instalación se deberán introducir en el fichero de configuración

LabJackCS.exe.config. En la sección “conexión a la bd principal”, en “Password” se introducirá la contraseña escogida para el usuario SQL, en “User ID” se introducirá el usuario creado para dicha conexión y finalmente en “Data Source” se introducirá el nombre del equipo en el cual se está realizando la instalación.

6.4 Manual de uso del Software CGAARA

En este punto se realizará la descripción para el correcto uso del software. El objetivo es dotar al usuario de los conocimientos mínimos para llevar a cabo una configuración personalizada y que cumpla los requisitos del cliente.

Para arrancar el software se debe ejecutar el fichero “LabjackCS.exe” que se encuentra en el directorio del programa.

El programa consta de los siguientes elementos contenidos en una ventana:

- Pestaña de inicio del programa
- Pestaña Selección de Dispositivos
- Pestaña Configurador SMS

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

- Pestaña Labjack Monitor
- Pestaña Eventos
- Botón SALIR.

En los siguientes puntos se realiza una descripción de cada una de estas pestañas.

Una vez arrancado este programa aparecerá una nueva ventana en la cual se contienen las pestañas anteriores.

6.4.1 Pestaña de inicio del programa

La ventana que aparecerá en pantalla será como la que se muestra en la figura 6.4.1.1

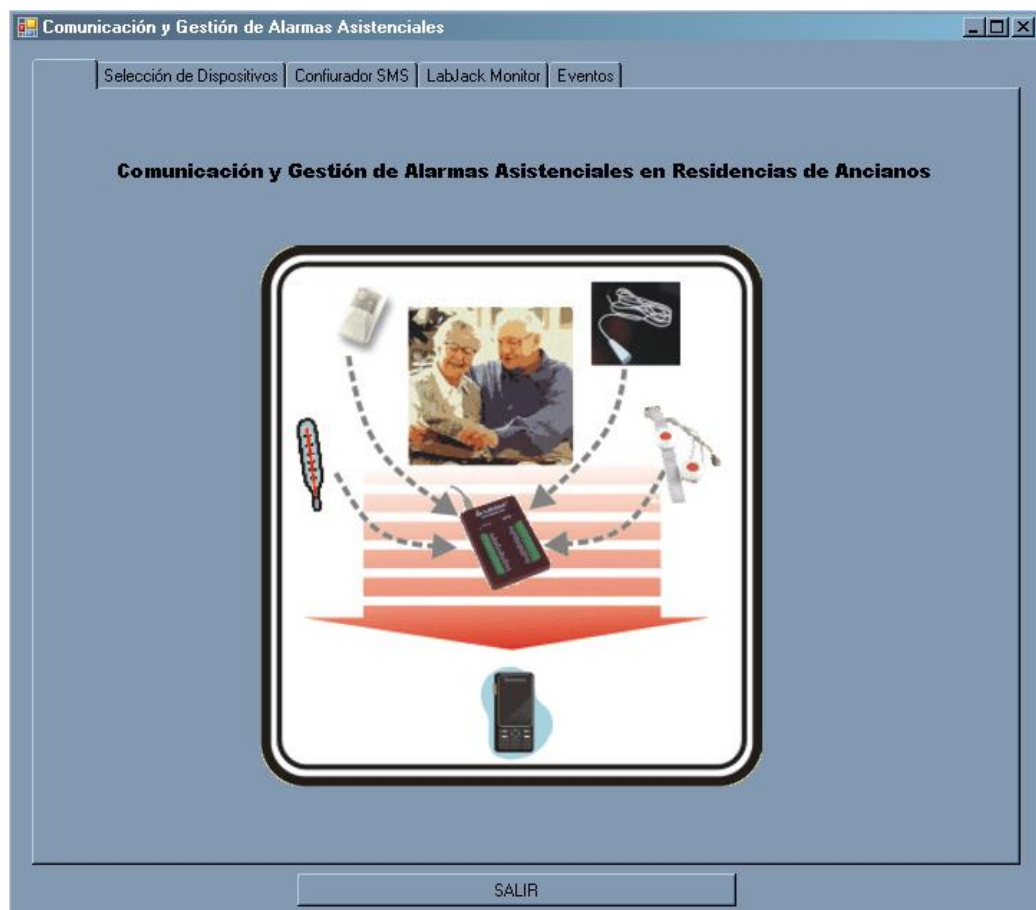


Figura 6.4.1.1

Esta es una pestaña de bienvenida en la cual se puede observar una imagen que muestra gráficamente qué es lo que realiza este software. En esta ventana no hay que realizar ninguna acción. Para continuar con el proceso de configuración del software se debe seleccionar la pestaña “Selección de Dispositivos”.

6.4.2 Selección de Dispositivos

En esta pestaña es donde se realizará la selección de los dispositivos sensores que conforman el sistema, sensores de movimiento, sensores de temperatura etc. En la figura 6.4.2.1 se muestra una imagen de esta pestaña.

Comunicación y Gestión de Alarmas Asistenciales

Selección de Dispositivos | Configurador SMS | LabJack Monitor | Eventos

Configuración Dispositivos Analógicos

Puerto	Estado	Selección de Dispositivo	Valor Min (V ó °C)	Valor Max (V ó °C)	Mensaje de Alarma
A10	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor de Temperatura	0	23	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
A11	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor de Movimiento	0	2,1	Alarma generada por Sensor de Movimiento 1
A12	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,2	Alarma generada por Sensor
A13	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,3	Alarma generada por Sensor
A14	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,4	Alarma generada por Sensor
A15	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,5	Alarma generada por Sensor
A16	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,6	Alarma generada por Sensor
A17	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,7	Alarma generada por Sensor

Configuración Dispositivos Digitales

Puerto	Estado	Selección de Dispositivo	Mensaje de Alarma
I00	<input checked="" type="checkbox"/>	ATOM	Alarma generada por ATOM 1
I01	<input checked="" type="checkbox"/>	Pulsador Mano	Alarma generada por Pulsador Mano 1
I02	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por
I03	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por

Guardar

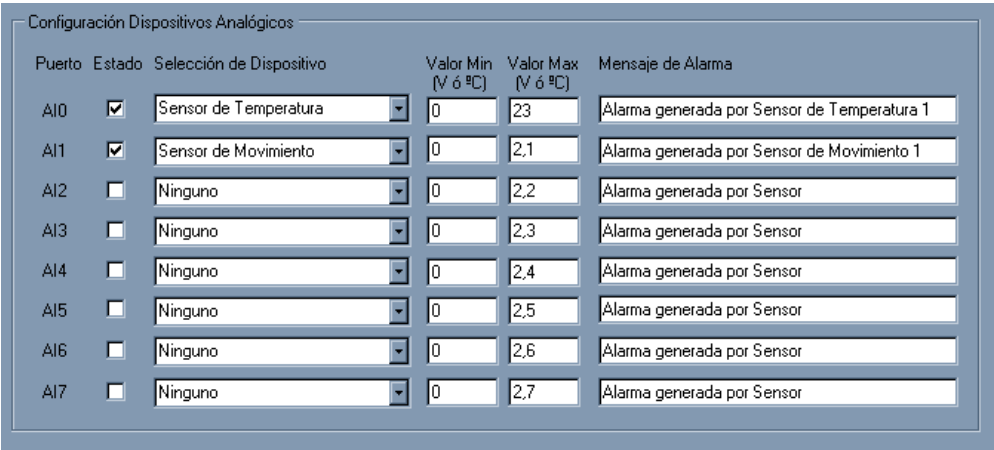
SALIR

Figura 6.4.2.1

Esta pestaña se encuentra dividida en dos bloques: “Configuración Dispositivos Analógicos” y “Configuración Dispositivos Digitales”. Por debajo de estos dos bloques se encuentra el botón “Guardar”.

6.4.2.1 Configuración Dispositivos Analógicos

En este bloque se realiza la selección y la configuración de los dispositivos analógicos que conforman el sistema. En la figura 6.4.2.1.1 se muestra una figura focalizada en este bloque.



Puerto	Estado	Selección de Dispositivo	Valor Min (V ó °C)	Valor Max (V ó °C)	Mensaje de Alarma
AI0	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor de Temperatura	0	23	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
AI1	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor de Movimiento	0	2,1	Alarma generada por Sensor de Movimiento 1
AI2	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,2	Alarma generada por Sensor
AI3	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,3	Alarma generada por Sensor
AI4	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,4	Alarma generada por Sensor
AI5	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,5	Alarma generada por Sensor
AI6	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,6	Alarma generada por Sensor
AI7	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,7	Alarma generada por Sensor

Figura 6.4.2.1.1

En este bloque de se pueden observar las siguientes columnas: Puerto, Estado, Selección de Dispositivo, Valor Min (V ó °C), Valor Max (V ó °C) y Mensaje de Alarma. A continuación se describen estas columnas.

6.4.2.2 Puerto

En esta columna se identifican todos y cada uno de los puertos analógicos, siguiendo la misma nomenclatura de identificación que en el propio dispositivo Labjack U12: AI0, AI1, AI2, AI3, AI4, AI5, AI6 y AI7.

6.4.2.3 Estado

Esta columna consta de unas cajas de verificación, hay una caja de verificación por cada puerto analógico. Se deberán seleccionar aquellas cajas de verificación correspondientes a aquellos puertos analógicos que se desean activar y realizar la lectura. Por el contrario, si una caja de verificación no está seleccionada no se realizará la lectura sobre este puerto.

6.4.2.3.1 Selección de Dispositivo

Esta columna consta de una serie de cuadros combinados desplegables, hay un cuadro combinado desplegable por cada puerto analógico. Al activar este cuadro combinado se desplegará una ventana con los dispositivos analógicos disponibles. Estos dispositivos analógicos se han introducido anteriormente en el fichero anadevices.xml. Se podrán introducir nuevos dispositivos en este fichero en todo momento, para realizar la lectura bastará con cerrar y abrir de nuevo el programa. En la figura 6.4.2.1.3.1 se muestra un detalle de dicho cuadro combinado desplegado.

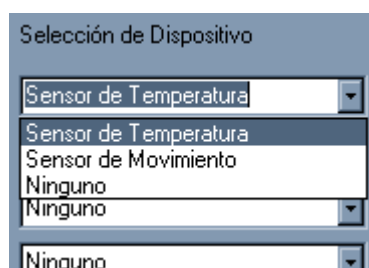


Figura 6.4.2.1.3.1

Se deberá escoger el dispositivo correcto, ya que la elección del dispositivo determinará las unidades de entrada y de salida de los datos. En concreto, si se selecciona el dispositivo "Sensor de Temperatura" los datos mostrados serán en grados centígrados (°C),

mientras que si se elige cualquier otro dispositivo las unidades de medida serán voltios (V).

6.4.2.3.2 Valor Min (V ó °C)

Esta columna está formada por unas cajas de texto en las cuales se introducirán los valores mínimos por debajo del cual se desea recibir una alarma. Sólo en el caso de haber seleccionado en el puerto correspondiente el dispositivo “Sensor de temperatura” el valor introducido en esta caja de texto deberá ser en grados centígrados. Por ejemplo, en el caso de “Sensor de temperatura”, si se introduce el valor 15, el sistema enviará una alarma cuando la lectura de este puerto sea inferior a 15 (grados).

Hay que recordar que los valores de estos puertos podrán ir entre -10 V y +10 V según el fabricante. Esta restricción no afecta en caso de seleccionar el dispositivo sensor de temperatura.

6.4.2.3.3 Valor Max (V)

Esta columna está formada por unas cajas de texto en las cuales se introducirán los valores máximos por encima del cual se desea recibir una alarma. Sólo en el caso de haber seleccionado en el puerto correspondiente el dispositivo “Sensor de temperatura” el valor introducido en esta caja de texto deberá ser en grados centígrados. Por ejemplo, en el caso de “Sensor de temperatura”, si se introduce el valor 27, el sistema enviará una alarma cuando la lectura de este puerto sea superior a 27 (grados).

Hay que recordar que los valores de estos puertos podrán ir entre -10 V y +10 V según el fabricante. Esta restricción no afecta en caso de seleccionar el dispositivo sensor de temperatura.

6.4.2.3.4 Mensaje de Alarma

En esta columna se introducirá el texto que se enviará por SMS y que se introducirá en la base de datos de eventos cuando se produzca una alerta.

6.4.2.4 Configuración Dispositivos Digitales

En este bloque se realiza la selección y la configuración de los dispositivos digitales que conforman el sistema. En la figura 6.4.2.2.1 se muestra una figura focalizada en este bloque.

Puerto	Estado	Selección de Dispositivo	Mensaje de Alarma
IO0	<input checked="" type="checkbox"/>	ATOM	Alarma generada por ATOM 1
IO1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pulsador Mano	Alarma generada por Pulsador Mano 1
IO2	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por
IO3	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por

Figura 6.4.2.2.1

En este bloque de se pueden observar las siguientes columnas: Puerto, Estado, Selección de Dispositivo y Mensaje de Alarma. A continuación se describen estas columnas.

6.4.2.4.1 Puerto

En esta columna se identifican todos y cada uno de los puertos digitales, siguiendo la misma nomenclatura de identificación que en el propio dispositivo Labjack U12: IO0, IO1, IO2 y IO3.

6.4.2.4.2 Estado

Esta columna consta de unas cajas de verificación, hay una caja de verificación por cada puerto digital. Se deberán seleccionar aquellas

cajas de verificación correspondientes a aquellos puertos digitales que se desean activar y realizar la lectura. Por el contrario, si una caja de verificación no está seleccionada no se realizará la lectura sobre este puerto.

6.4.2.4.3 Selección de Dispositivo

Esta columna consta de una serie de cuadros combinados desplegables, hay un cuadro combinado desplegable por cada puerto digital. Al activar este cuadro combinado se desplegará una ventana con los dispositivos digitales disponibles. Estos dispositivos digitales se han introducido anteriormente en el fichero digdevices.xml. Se podrán introducir nuevos dispositivos en este fichero en todo momento, para realizar la lectura bastará con cerrar y abrir de nuevo el programa. En la figura 6.4.2.2.3.1 se muestra un detalle de dicho cuadro combinado desplegado.

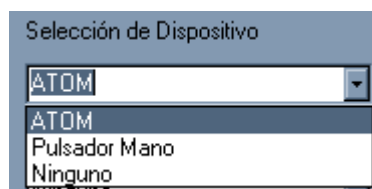


Figura 6.4.2.2.3.1

6.4.2.4.4 Mensaje de Alarma

En esta columna se introducirá el texto que se enviará por SMS y que se introducirá en la base de datos de eventos cuando se produzca una alerta. Las alarmas en el caso de los dispositivos digitales se producirán en el momento en el que dichos dispositivos se activen, es decir pasen a estado “1”, mientras que no se producirá alerta en el caso que el dispositivo se encuentre en estado “0”.

6.4.2.5 Botón Guardar

Una vez realizada la selección de los dispositivos y realizada la configuración de los mismos se deberá activar el botón “Guardar”, con el fin de salvar la configuración y que el sistema actúe sobre los dispositivos seleccionados.

6.4.3 Configurador SMS

En esta pestaña se realizará la configuración del Módem GSM conectado al PC-Server para su correcto funcionamiento. En la figura 6.4.3.1 se muestra una imagen de esta pestaña.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

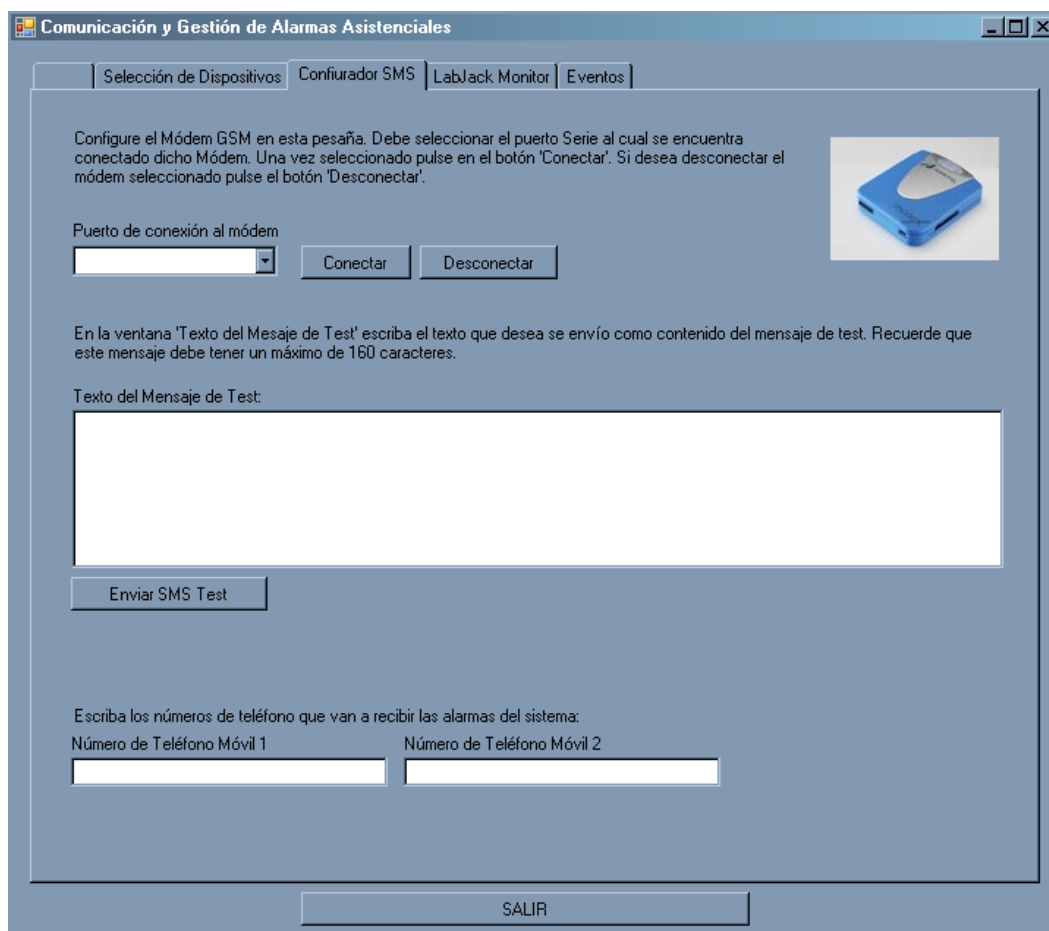


Figura 6.4.3.1

El primer paso a seguir en esta pestaña será la configuración del puerto serie al cual se encuentra conectado el módem. Para ello se activará el cuadro combinado desplegable llamado “Puerto de conexión al módem”, de forma que aparecerán los puertos de conexión disponibles, se deberá seleccionar el puerto correcto. Una vez seleccionado el puerto se le dará al botón Conectar, una vez realizada esta acción aparecerá una ventana como la de la figura 6.4.3.2



Figura 6.4.3.2

En caso de no haber seleccionado correctamente el puerto o detectarse algún problema con el mismo aparecerá una ventana como la de la figura 6.4.3.3.

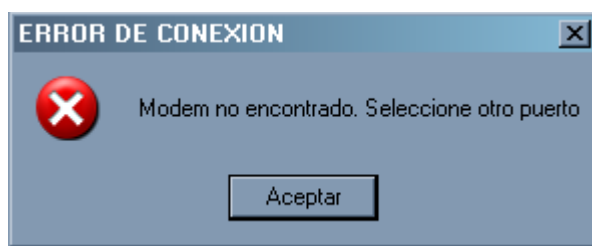


Figura 6.4.3.3

Una vez conectado el módem correctamente, el sistema ya está en disposición de utilizar el módem. Para comprobar que el módem esté en funcionamiento se puede enviar un mensaje de prueba. Para ello se escribirá el mensaje en el cuadro de texto "Texto del Mensaje de Test". A continuación se introducirá el número de teléfono móvil destinatario donde se desea se reciban los SMS de alertas del sistema. Se podrán introducir hasta dos números de teléfono distintos. Una vez introducidos dichos números y querer continuar con el test se activará el botón "Enviar SMS Test". En pocos segundos se deberá recibir en el número o números de teléfono destinatarios el texto escrito en "Texto del Mensaje de Test". Una vez comprobado su correcto funcionamiento, el sistema puede usar el módem para mandar SMS de alertas.

6.4.4 Labjack Monitor

En esta pestaña se presentarán las lecturas realizadas en los puertos seleccionados en la pestaña Selección de Dispositivos. Estos datos se presentarán en tiempo real, de forma que cualquier variación en la lectura de los puertos se podrá comprobar en el momento en esta pestaña. Para empezar la lectura de los puertos se deberá dar al botón “Iniciar”, sólo en este momento comenzará el sistema a funcionar. Para detener la lectura de los puertos y por tanto el sistema se le deberá dar al botón “Parar”.

Esta pestaña se encuentra dividida en dos bloques: “Entradas Analógicas” y “Entradas Digitales” tal y como muestra la figura 6.4.4.1.

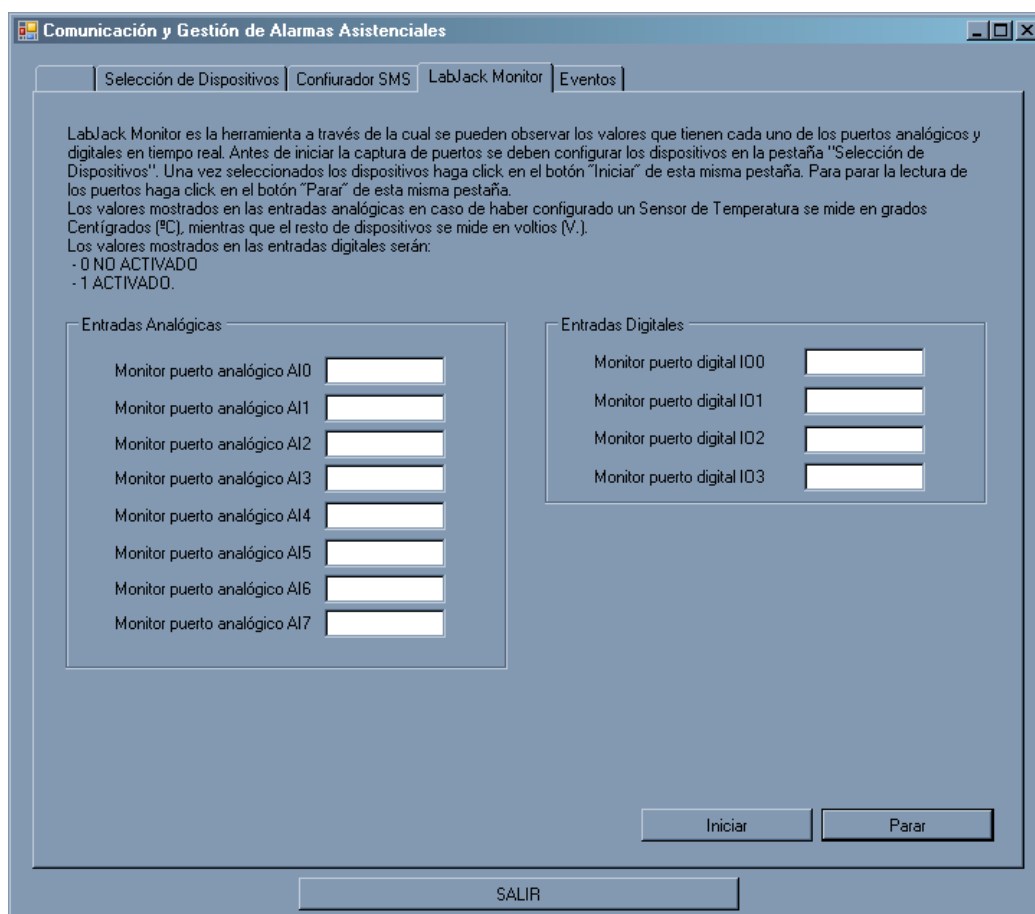


Figura 6.4.4.1

6.4.4.1 Entradas Analógicas

En este bloque se presentarán los valores obtenidos en la lectura de los puertos analógicos. Como se puede comprobar se encuentra separado por puerto para una lectura rápida y sencilla. Los valores mostrados dependen del dispositivo seleccionado, en caso de haber seleccionado el dispositivo Sensor de Temperatura los valores mostrados se medirán en unidades °C (grados centígrados), mientras que si es otro dispositivo se medirán en V (voltios). En caso de no tener ningún dispositivo conectado a la entrada marcada se recibirá un valor de 1,46 voltios aproximadamente.

6.4.4.2 Entradas Digitales

En este bloque se presentarán los valores obtenidos en la lectura de los puertos digitales, que por definición serán “1” o “0”. Se mostrará “0” en el caso de dispositivo no alarmado y “1” en el caso que se produzca alerta.

6.4.5 Eventos

En esta última pestaña se muestra una tabla en la cual se recogen las alertas generadas por los dispositivos. En dicha tabla se almacenan los siguientes datos por alerta: “Número de alarma”, “Fecha de la alarma” y “Mensaje de la alarma” tal y como se puede comprobar en la figura 6.4.5.1.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

Comunicación y Gestión de Alarmas Asistenciales

Selección de Dispositivos | Configurador SMS | LabJack Monitor | **Eventos**

En la siguiente tabla se muestran los eventos generados por los dispositivos.

	Número de alarma	Fecha de la Alarma	Mensaje de la alarma
▶	177	24/10/2009 1:28	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	176	24/10/2009 0:14	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	175	24/10/2009 0:08	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	174	24/10/2009 0:08	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	173	24/10/2009 0:07	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	172	24/10/2009 0:05	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	171	22/10/2009 0:00	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	170	21/10/2009 22:44	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	169	21/10/2009 22:43	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	168	21/10/2009 21:24	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	167	21/10/2009 21:24	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	166	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	165	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	164	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	163	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	162	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	161	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	160	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	159	21/10/2009 21:23	Alarma generada por Pulsador Mano 1
	158	21/10/2009 21:13	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
	157	21/10/2009 21:12	Alarma generada por ATOM 1

SALIR

Figura 6.4.5.1

Donde “Número de alarma” es el número de alarma desde que se configuró el sistema por primera vez, “Fecha de la alarma” es la fecha y hora en la que se ha producido la alarma y “Mensaje de la alarma” es el mensaje configurado en el dispositivo y puerto que ha generado la alarma.

Hay que esta tabla presenta las alarmas en orden ascendente con respecto a la fecha, de tal forma que, las alarmas más recientes se presentan en la parte de arriba de la tabla y las alarmas más antiguas las presenta en la parte de abajo. Este tipo de presentación de datos resulta cómodo para visualizar las últimas alarmas generadas por el

sistema, que son, en general, el foco de la importancia en cada momento.

6.4.6 Botón Salir

Para salir de la aplicación cerrando todos los procesos correctamente se deberá pulsar el botón SALIR.

7 RESULTADOS.

7.1 Sistema implementado

En este capítulo se presentan los resultados reales obtenidos tras la finalización del desarrollo del proyecto. Debido a que se disponía de todos y cada uno de los dispositivos que conforman el sistema, se ha podido construir un piloto del sistema.

Este piloto consta de:

- PC-Server. Ordenador donde se ejecuta la aplicación.
- Maletín de dispositivos, Figura 7.1.1. Se ha realizado un maletín el cual integra todos los dispositivos externos:
- Labjack U12.
- Sensor de movimiento, conectado como sensor analógico.
- Sensor de temperatura, conectado como sensor analógico.
- Sensor IOR-ATOM, conectado como sensor digital
- Sensor Pulsador de mano, conectado como sensor digital.
- Módem GSM.
- Tarjeta SIM para poder realizar los envíos de SMS. (incorporada en el módem GSM).

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos



Figura 7.1.1

Con estos elementos se han podido realizar pruebas reales del funcionamiento del sistema. Del maletín de dispositivos salen dos cables USB que se conectan a PC-Server. Uno de ellos corresponde al dispositivo Labjack y el otro al dispositivo módem. De tal forma que para realiza las pruebas se montó el sistema que aparece en la Figura 7.1.2.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

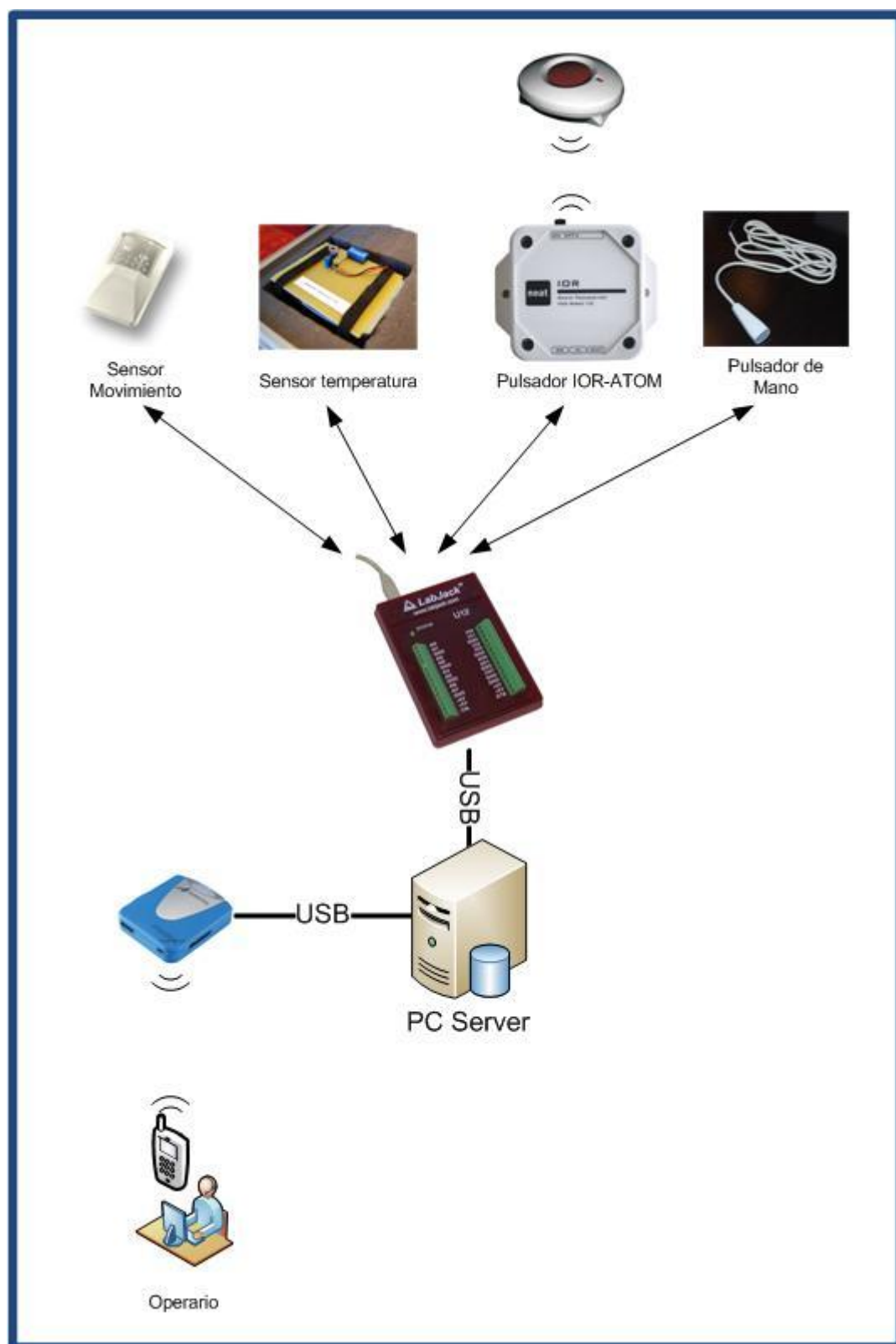


Figura 7.1.2

7.2 Diferentes casos y resultados obtenidos.

En este apartado se presentarán los distintos modos de funcionamiento y las distintas opciones de conexión que se realizaron en el sistema una vez concluido el desarrollo del software.

7.2.1 Dispositivos conectados a puertos analógicos.

Inicialmente se desarrolló el software para controlar y monitorizar los puertos analógicos del dispositivo Labjack. De tal forma que todos los dispositivos estaban conectados a puertos analógicos. Pero el gran inconveniente que presentan los puertos analógicos frente a los digitales es que el usuario debe configurar el voltaje de entrada a partir del cual se considerará alarmado dicho dispositivo, por ejemplo, en el caso de sensor de movimiento se debe saber que cuando se activa dicho sensor, éste produce una diferencia de voltaje entre sus bornes de 9 voltios. Por tanto, el usuario debe saber que a partir de este voltaje el dispositivo estará alarmado. Esta situación es extrapolable a los demás dispositivos. En los puertos digitales esta situación no se da, ya que éstos tienen dos estados, “0” no activo y “1” activo”, de forma que en cuanto en el puerto monitorizado aparezca un “1” se considerará que el puerto está alarmado.

Esta situación produce que se extienda el desarrollo a implementar la lectura de los puertos digitales. Pero no dejan de ser fundamentales los puertos analógicos, ya que, el sensor de temperatura es analógico y necesita ser conectado a este tipo de puerto. Por otro lado y para compensar el número de dispositivos conectados a puertos digitales y analógicos, el sensor de movimiento permanecerá conectado también a un puerto analógico.

7.2.2 Dispositivos conectados a puertos analógicos y puertos digitales.

Esta es la situación final del sistema, utilizando puertos analógicos y digitales. La configuración final queda de la siguiente forma.

- Sensor de temperatura – conectado al puerto analógico AI0
- Sensor de movimiento – conectado al puerto analógico AI1
- Sensor ATOM – conectado al puerto digital IO0
- Sensor pulsador mano – conectado al puerto digital IO1

Claro que el sistema está diseñado y preparado para poder cambiar de puertos los dispositivos o añadir dispositivos en cualquier momento.

Los resultados obtenidos tras implementar esta configuración fueron los esperados en todo momento, hay que decir que la activación de los puertos digitales en el dispositivo Labjack se produce cuando detecta un volteje de lectura superior a 3 voltios. Se produjeron las activaciones de todos y cada uno de los dispositivos produciendo sus SMS's correspondientes e introduciendo en la tabla "events" de la base de datos las alarmas producidas por los mismos.

Destacar también que en el caso de no conectar ningún dispositivo a un puerto y realizar la lectura del mismo producirá un valor de entrada en el puerto de 1,4 voltios aproximadamente, esto querrá decir que el borne está abierto o el dispositivo tiene un mal funcionamiento. Mientras que en el caso de los dispositivos digitales el valor será de "0", es decir no activo.

Por último cabe destacar las variaciones de lectura del sensor de temperatura. Éste sensor es el que lleva algo de implementación especial en el software, ya que para que muestre el valor leído en grados centígrados ($^{\circ}$ C) en puerto escogido se han tenido que

realizar cambios dirigidos a este dispositivo. Recordar que la relación existente entre el voltaje leído del puerto y la temperatura viene marcada por la ecuación:

$$^{\circ}\text{C} = (\text{V} \cdot 100) - 273$$

De forma que cualquier variación mínima producida en el voltaje de entrada se verá multiplicada por 100 en el valor convertido a grados centígrados.

En general, los resultados obtenidos en los casos anteriores son en todo momento los esperados.

7.3 Ejemplos de alarmas.

En este apartado se muestran algunos ejemplos realizados con el sistema. Como primer ejemplo se puede comentar el funcionamiento del sensor de temperatura. Como se puede observar en la figura 7.3.1 el sensor de temperatura se configuró en el puerto AI0 (entrada analógica), de forma que para que el sistema no generase ninguna alarma la temperatura debería estar entre los valores indicados, es decir, entre 15 y 23 grados centígrados.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

Comunicación y Gestión de Alarmas Asistenciales

Selección de Dispositivos | Configurador SMS | LabJack Monitor | Eventos

Configuración Dispositivos Analógicos

Puerto	Estado	Selección de Dispositivo	Valor Min (V ó °C)	Valor Max (V ó °C)	Mensaje de Alarma
AI0	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor de Temperatura	15	23	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
AI1	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,1	Alarma generada por
AI2	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,2	Alarma generada por
AI3	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,3	Alarma generada por
AI4	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,4	Alarma generada por
AI5	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,5	Alarma generada por
AI6	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,6	Alarma generada por
AI7	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0	2,7	Alarma generada por

Configuración Dispositivos Digitales

Puerto	Estado	Selección de Dispositivo	Mensaje de Alarma
IO0	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por
IO1	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por
IO2	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por
IO3	<input type="checkbox"/>	Ninguno	Alarma generada por

Guardar

SALIR

Figura 7.3.1

Una vez iniciado el proceso de monitorización de puertos se provocó que subiera la temperatura como se puede observar en las figuras 7.3.2 y 7.3.3.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

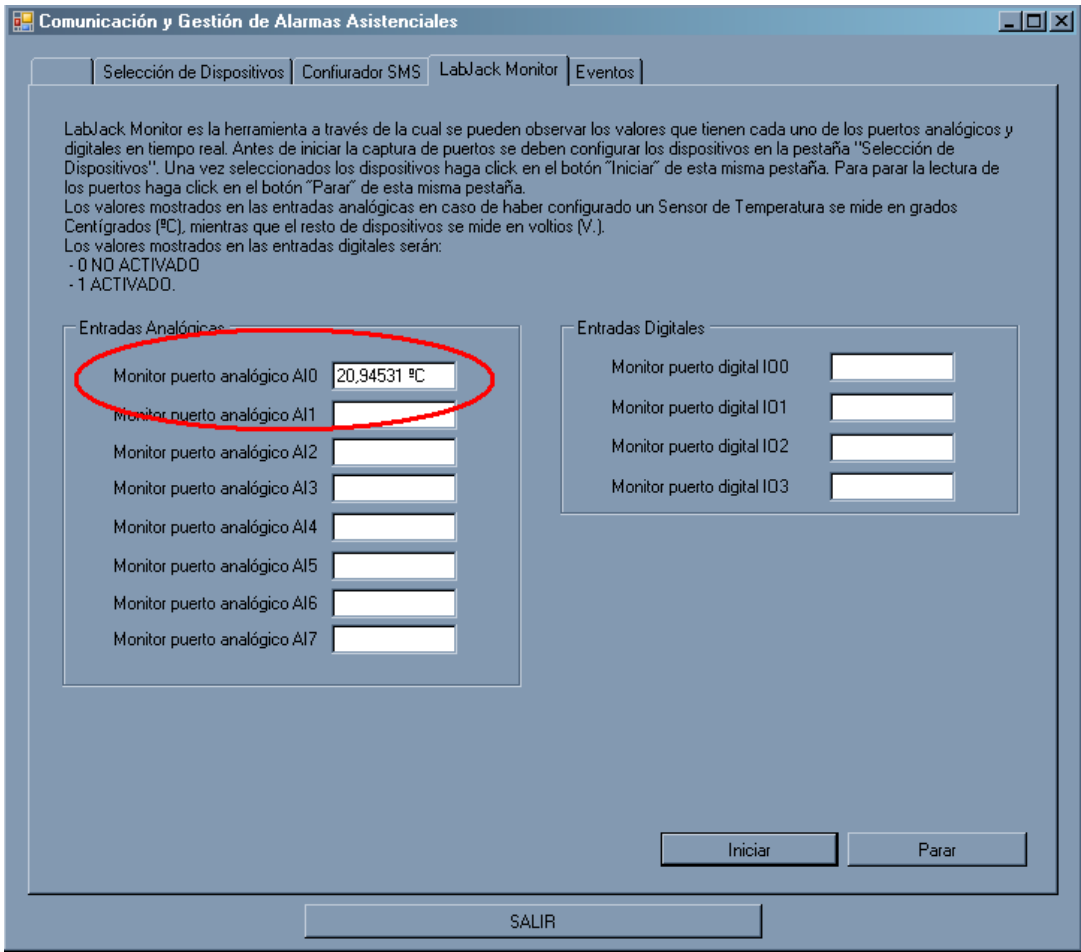


Figura 7.3.2

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

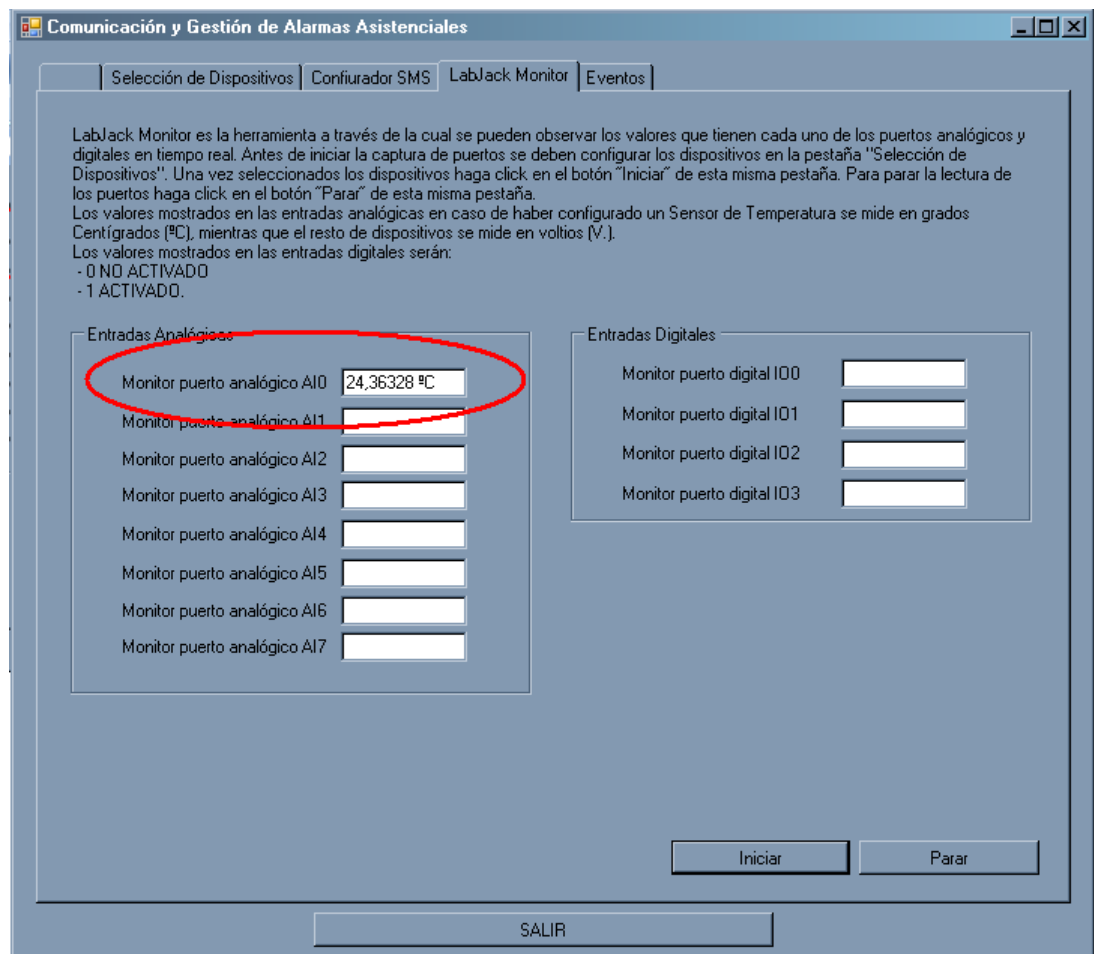
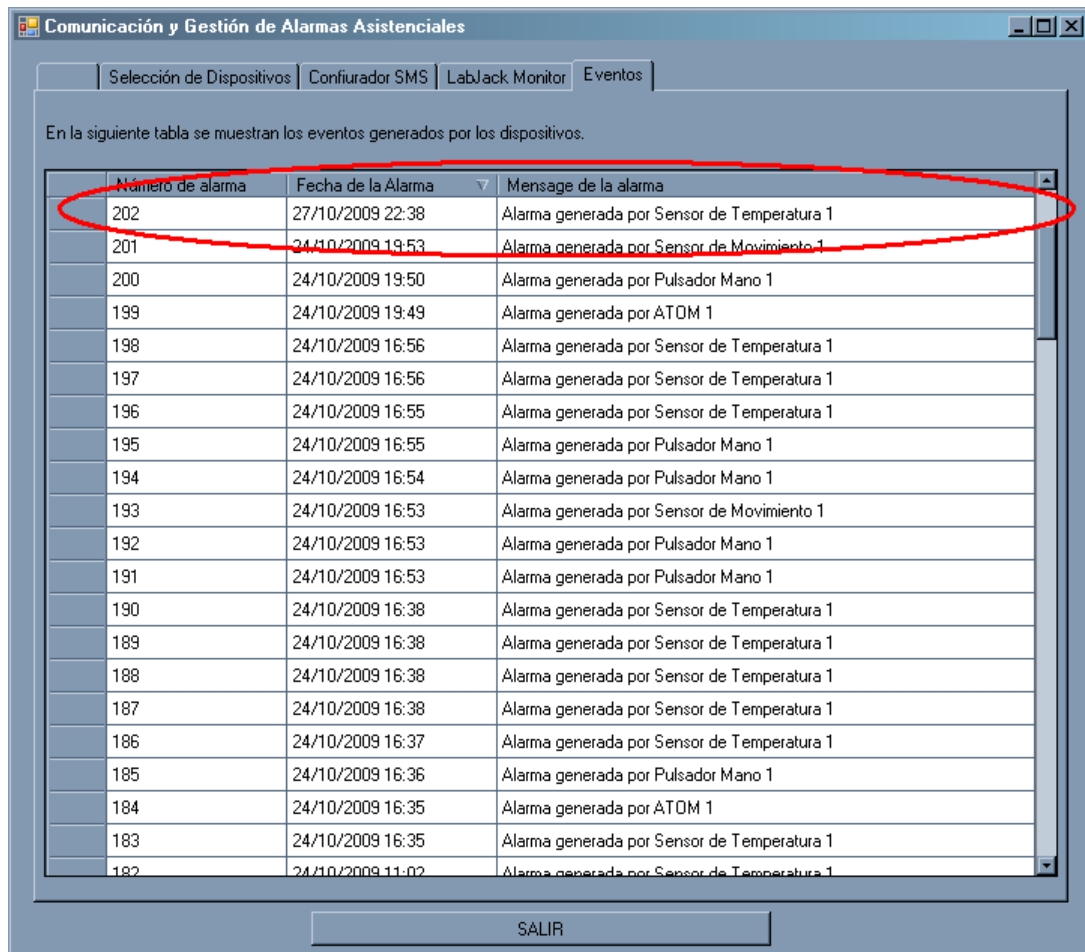


Figura 7.3.3

Es en este momento en el que el sistema genera el evento producido por este dispositivo, mostrando dicho evento en la pestaña eventos como se observa en la figura 7.3.4 y enviando un SMS de alarma.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos



Comunicación y Gestión de Alarmas Asistenciales

Selección de Dispositivos | Configurador SMS | LabJack Monitor | **Eventos**

En la siguiente tabla se muestran los eventos generados por los dispositivos.

Número de alarma	Fecha de la Alarma	Mensaje de la alarma
202	27/10/2009 22:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
201	24/10/2009 19:53	Alarma generada por Sensor de Movimiento 1
200	24/10/2009 19:50	Alarma generada por Pulsador Mano 1
199	24/10/2009 19:49	Alarma generada por ATOM 1
198	24/10/2009 16:56	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
197	24/10/2009 16:56	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
196	24/10/2009 16:55	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
195	24/10/2009 16:55	Alarma generada por Pulsador Mano 1
194	24/10/2009 16:54	Alarma generada por Pulsador Mano 1
193	24/10/2009 16:53	Alarma generada por Sensor de Movimiento 1
192	24/10/2009 16:53	Alarma generada por Pulsador Mano 1
191	24/10/2009 16:53	Alarma generada por Pulsador Mano 1
190	24/10/2009 16:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
189	24/10/2009 16:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
188	24/10/2009 16:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
187	24/10/2009 16:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
186	24/10/2009 16:37	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
185	24/10/2009 16:36	Alarma generada por Pulsador Mano 1
184	24/10/2009 16:35	Alarma generada por ATOM 1
183	24/10/2009 16:35	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
182	24/10/2009 11:02	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1

SALIR

Figura 7.3.4

LA siguiente prueba se realizó con uno de los dispositivos digitales, en concreto el pulsador IOR-ATOM. Se configuró como muestra la figura 7.3.4

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

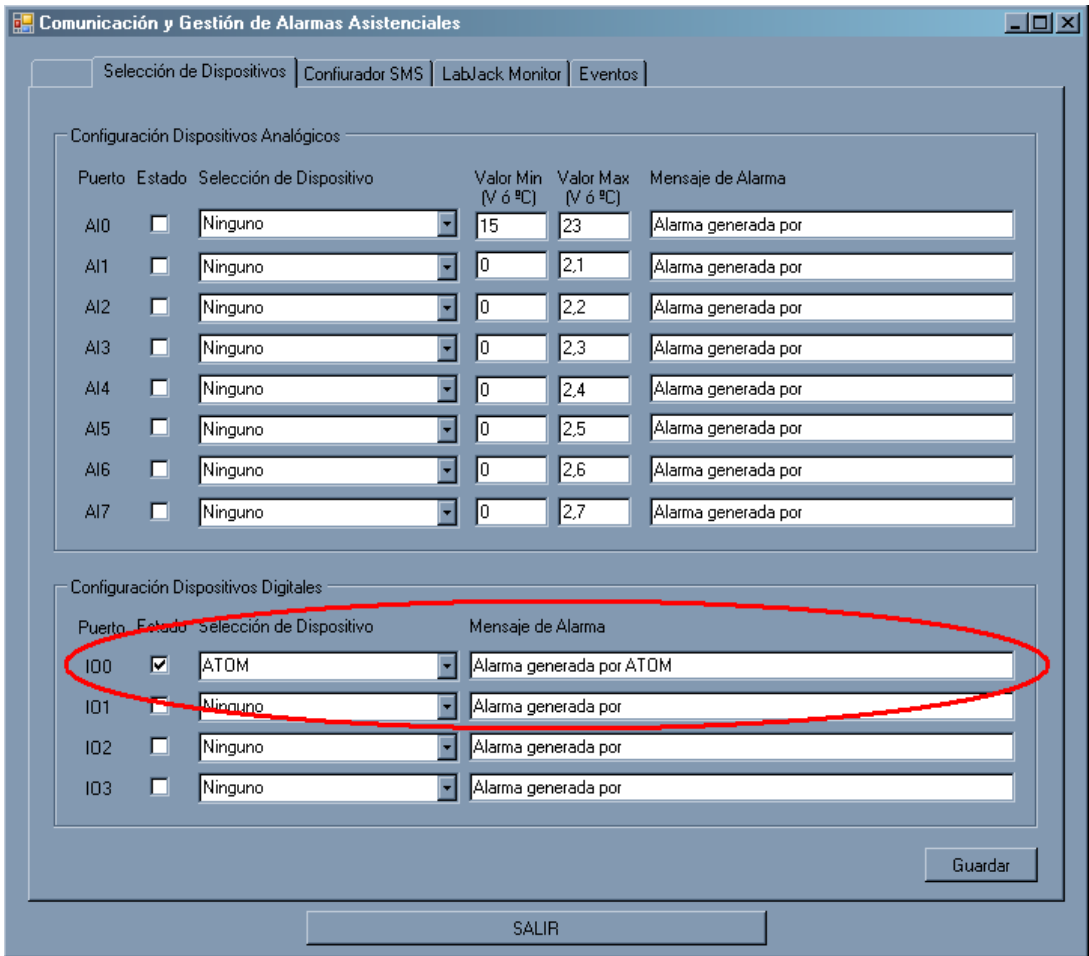


Figura 7.3.5

La secuencia de activación se muestra en las figuras 7.3.6 en el que el dispositivo está en reposo y la figura 7.3.7 en la que se muestra la activación del dispositivo.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

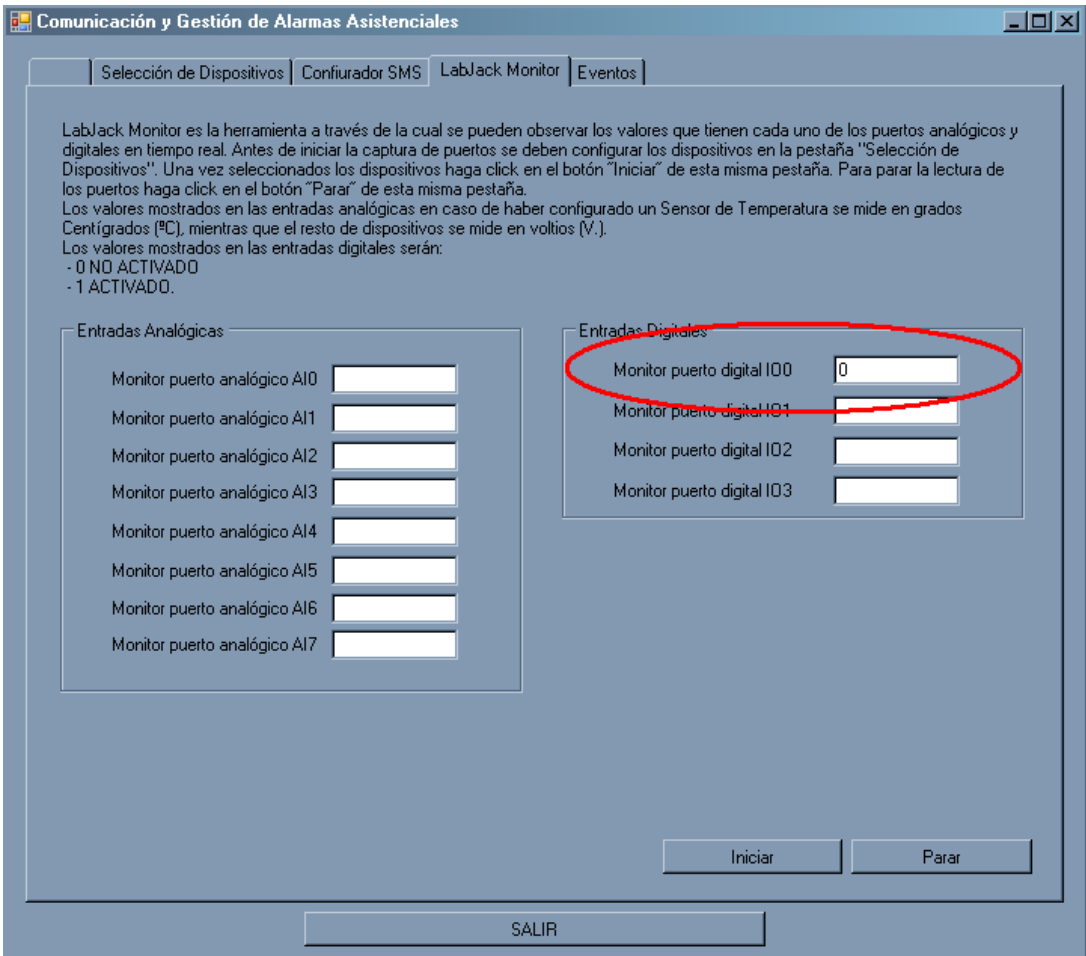


Figura 7.3.6

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

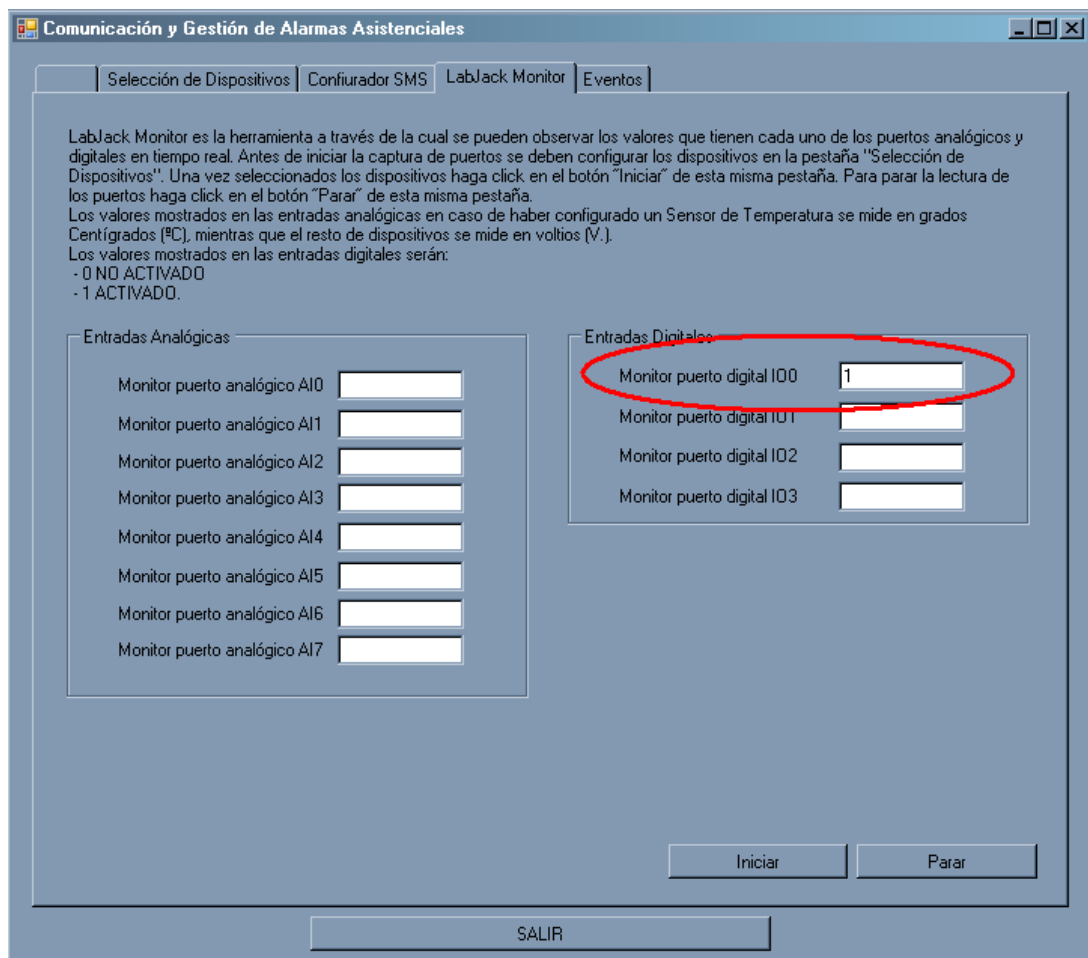


Figura 7.3.7

Produciendo su alarma esperada en los eventos como se puede observar en la figura 7.3.8 y enviando su SMS correspondiente.

Sistema de comunicación y gestión de alarmas asistenciales en residencias de ancianos

Comunicación y Gestión de Alarmas Asistenciales

Selección de Dispositivos | Configurador SMS | LabJack Monitor | **Eventos**

En la siguiente tabla se muestran los eventos generados por los dispositivos.

Número de alarma	Fecha de la Alarma	Mensaje de la alarma
209	27/10/2009 22:49	Alarma generada por ATOM
208	27/10/2009 22:39	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
207	27/10/2009 22:39	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
206	27/10/2009 22:39	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
205	27/10/2009 22:39	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
204	27/10/2009 22:39	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
203	27/10/2009 22:39	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
202	27/10/2009 22:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
201	24/10/2009 19:53	Alarma generada por Sensor de Movimiento 1
200	24/10/2009 19:50	Alarma generada por Pulsador Mano 1
199	24/10/2009 19:49	Alarma generada por ATOM 1
198	24/10/2009 16:56	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
197	24/10/2009 16:56	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
196	24/10/2009 16:55	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
195	24/10/2009 16:55	Alarma generada por Pulsador Mano 1
194	24/10/2009 16:54	Alarma generada por Pulsador Mano 1
193	24/10/2009 16:53	Alarma generada por Sensor de Movimiento 1
192	24/10/2009 16:53	Alarma generada por Pulsador Mano 1
191	24/10/2009 16:53	Alarma generada por Pulsador Mano 1
190	24/10/2009 16:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1
189	24/10/2009 16:38	Alarma generada por Sensor de Temperatura 1

SALIR

Figura 7.3.8

8 CONCLUSIONES.

8.1 Conclusiones finales

En este capítulo se exponen las conclusiones finales tras la finalización del proyecto, a su vez, se expondrán las dificultades encontradas a lo largo del mismo y, finalmente, se comentarán las posibles aplicaciones y ampliaciones que pueda tener este proyecto en el mercado.

Inicialmente se pretendía diseñar y desarrollar un sistema de comunicaciones y gestión de dispositivos cuyo núcleo fuese el dispositivo Labjack U12. Tras conocer el funcionamiento y características de este dispositivo se pensó los dispositivos a comunicar, controlar y gestionar. Se escogieron dispositivos de uso común en alarmas de seguridad o sistemas de teleasistencia. Sólo el caso concreto del sensor de temperatura es una excepción, que se montó para este proyecto, el resto se pueden encontrar con cierta facilidad en el mercado. Para el montaje del sensor de temperatura se recurrió a las prácticas de la carrera.

Una vez definido prácticamente el sistema a gestionar y comunicar, se pensó en varias opciones de aviso, una de ellas y la más sencilla era la integración de una sirena luminosa y/o acústica en el propio centro. La segunda opción y más costosa era la de integrar un sistema de comunicación vía mensajería SMS. Llegados a este punto el obstáculo fue comprender cómo comunicarse y enviar instrucciones a un módem vía comandos AT.

En cuanto al desarrollo del software se refiere se han ido encontrando y superando los obstáculos encontrados, se ha aprendido a desarrollar en C# bajo el entorno Microsoft Visual Studio 2008. Para solventar el

problema de ejecutar una misma instrucción tantas veces como dispositivos se tengan, se ha tenido que aprender y comprender el uso de threads (hilos), lo que permite ejecutar tareas simultáneas. Por otro lado, para poder acceder a leer los puertos del dispositivo Labjack se ha tenido que aprender a fondo su comportamiento y cómo usar sus métodos. Uno de los problemas encontrados durante el desarrollo del software el problema de la alarma con el sensor de temperatura, ya que este dispositivo no se comporta como el resto de dispositivos del sistema. Todos los dispositivos, excepto el sensor de temperatura, cuando se alarman producen un pulso, es decir una activación y vuelven a su estado anterior, en el caso del sensor de temperatura, éste se alarma cuando supera una temperatura determinada y no vuelve al estado de no alarmado hasta que no recupera la temperatura, esto provocó el problema que el sistema siempre mandaría alarmas y SMS en todo momento hasta que no retornase a su temperatura de no alarma. Finalmente se corrigió por código aplicando un flag de estado a los dispositivos.

Como conclusión final, se puede decir que se ha desarrollado un sistema totalmente aplicable en la realidad y que tiene muchas posibles aplicaciones. Se ha desarrollado un software fácil de manejar para cualquier usuario y que prácticamente no necesita conocimiento alguno ni de informática ni de tecnología.

8.2 Posibles ampliaciones y aplicaciones

El sistema diseñado inicialmente está orientado a residencias de ancianos por lo que su ampliación más cercana sería la de implementar varios dispositivos Labjack en un mismo sistema, algo que se tuvo en cuenta desde el principio y haciendo unas variaciones mínimas de desarrollo, esta ampliación se podría llevar a cabo. El fruto de esta ampliación sería el de poder controlar tantas habitaciones como dispositivos Labjack se

tengan, con un máximo de 80 Labjacks por USB. Sin mencionar que se podría usar un mismo Labjack para dar servicio a más de una habitación. Otra ampliación cercana sería la de ampliar la base de datos identificando el número de habitación, datos personales de los residentes etc. Por otro lado, y como ampliación notable, sería la de conectar al dispositivo Labjack otros dispositivos de control como control de errantes, lo que permitiría localizar al residente dentro del centro residencial. A su vez y en función del dimensionamiento se podría ampliar el desarrollo del software y realizar una consola en un puesto PC cliente que supervise constantemente el estado de los dispositivos de los distintos Labjack. Como se puede comprobar las ampliaciones a este proyecto son muchas y de muy diversa índole.

En cuanto a las posibles aplicaciones, este sistema se pensó para residencias de ancianos, pero la realidad es que se puede aplicar en todo centro que necesite de un control de dispositivos, como pueden ser los centros hospitalarios o por qué no los centros penitenciarios y centrales de seguridad en los hogares. Por otro lado, y sin ser un sistema costoso, este sistema se puede aplicar al campo de la informática en Centros de Procesamiento de Datos (CPD) por ejemplo, son centros donde residen cientos de equipos informáticos y estos deben estar controlados por temperatura, humo etc. a baja escala este sistema se puede aplicar a este tipo de centros, controlando los accesos, las temperaturas y el humo en el centro entre otros.

Por tanto, como conclusión final, se ha desarrollado un sistema muy dinámico y flexible que se puede utilizar desde pequeños centros como un hogar, hasta grandes centros como un centro hospitalario y muchas posibles aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] <http://sid.usal.es/leyes/discapacidad/5979/3-1-2/Ley-51-2003-de-2-de-diciembre-de-igualdad-de-oportunidades-no-discriminacion-y-accesibilidad-universal-de-las-personas-con-discapacidad.aspx>, Mayo 2009
- [2] www.residenciadelfuturohoy.com, Octubre 2009
- [3] <http://www.inforesidencias.com/domotica.asp>, Octubre 2009
- [4] <http://www.proinssa.com>, Septiembre 2009
- [5] <http://www.gruponeat.com/index.php>, Octubre 2009
- [6] <http://www.cedom.es/> Asociación Española de Domótica, Junio 2009
- [7] <http://tecnologiaydiscapacidad.es/2007/07/24/domotica-y-discapacidad/>, Septiembre 2009
- [8] <http://www.discapnet.es/castellano/Paginas/default.aspx>, Octubre 2009
- [9] www.domotica.net, Octubre 2009
- [10] <http://tecnologiaydiscapacidad.es/>, Agosto 2009
- [11] <http://www.ladiscapacidad.com/tecnologiaydiscapacidad/tecnologiaydiscapacidad.php>, Septiembre 2009
- [12] <http://www.drt4all.org/drt/es/>, Octubre 2009
- [13] <http://blog.domoticadavinci.com/2009/01/teleasistencia-contigo-en-casa.html>, Octubre 2009
- [14] www.homesystems.es, Septiembre 2009
- [15] <http://www.domodesk.com/list/26/4/2/1/Teleasistencia.htm>, Octubre 2009
- [16] <http://www.ine.es/> Instituto Nacional de Estadística, Octubre 2009
- [17] <http://www.tele-asistencia.org/>, Octubre 2009
- [18] <http://www.residenciasancianos.com/Teleasistencia.htm> , Agosto 2009
- [19] <http://www.sociotecnologia.com>, Septiembre 2009
- [20] <http://www.imsersomayores.csic.es/estadisticas/informemayores/informe2008>, Junio 2009

[21] Chris H. Pappas, William H. Murray III. Manual de referencia Visual C++ .NET. The McGraw-Hill Companies. 2002.

ANEXO A

```
public float getAnaPortValue(int anaport)
{
    this.axLjackuwx1.EAnalogInX(ref anaidnum, 0, anaport,
anagains, ref anaov, ref anavoltage);
    return anavoltage;
}

public int getDigPortValue(int digport)
{
    this.axLjackuwx1.EDigitalInX(ref digidnum, 0, digport, 0,
ref digstatus);
    return digstatus;
}
```

ANEXO B

```
AnabackgroundThread = new Thread(new ThreadStart(anadv.run));
AnabackgroundThread.Start();
this.activeanatrhead = true;
anastatushreadflag = true;
```

ANEXO C

```
DigbackgroundThread = new Thread(new ThreadStart(digdv.run));
DigbackgroundThread.Start();
this.activedigthread = true;
digstatushreadflag = true;
```

ANEXO D

```
public void send_SMSTest(object sender, EventArgs e)
{
    if (this.port.IsOpen)
    {
        this.port.WriteLine("AT+CMGF=1\r");
        Thread.Sleep(250);
        this.port.WriteLine("AT+CMGS=" + cellnumber1.Text +
"\r");

        Thread.Sleep(250);
        this.port.WriteLine(txtsms.Text + (char)(26));
        Thread.Sleep(2500);
        this.port.WriteLine("AT+CMGF=1\r");
        Thread.Sleep(250);
        this.port.WriteLine("AT+CMGS=" + cellnumber2.Text +
"\r");

        Thread.Sleep(250);
        this.port.WriteLine(txtsms.Text + (char)(26));
        MessageBox.Show("Mensaje Enviado", "SMS",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
    }
    else return;
}
```